UNIVERSITATEA PETROL-GAZE DIN PLOIEŞTI
Departamentul de Învăţământ la Distanţă şi cu Frecvenţă Redusă

DUMITRU FRUNZESCU GHEORGHE BRĂNOIU

⌘

GEOLOGIE GENERALĂ

şi

STRATIGRAFICĂ

Îndrumar de lucrări practice

⌘

Editura Universităţii din Ploieşti
2004

Copyright © 2004, Editura Universităţii din Ploieşti
Toate drepturile asupra acestei ediţii sunt rezervate editurii

Referenţi ştiinţifici:
Prof. univ. dr. ing. **Octavian Georgescu**
Conf. univ. dr. ing. **Mihail Valentin Batistatu**
Director editură:
Prof. univ. dr. ing. **Iulian Nistor**
Redactor:
Prof. univ. dr. ing. **Neculai Macovei**
Tehnoredactare computerizată:
Şef lucr. drd. ing. **Gheorghe Brănoiu**

Adresa: Editura Universităţii din Ploieşti
Bd. Bucureşti nr. 39, cod 100680
Ploieşti, România
Tel. 0244-573171, Fax 0244-575847

1

STRUCTURA STRATIFICATĂ A SCOARȚEI TERESTRE

1.1. CONSIDERAȚII ASUPRA ROCILOR SEDIMENTARE

Rocile sedimentare sunt roci formate în urma alterării fizico-chimice sub acțiunea agenților geologici externi, a unor roci preexistente (magmatice, metamorfice sau chiar sedimentare), materialul rezultat fiind transportat mai mult sau mai puțin, acumulat și litificat; sau pot fi formate în urma precipitării substanțelor chimice din soluții apoase și acumularea, litificarea produselor de precipitare. Rocile sedimentare ocupă un volum mic din scoarța terestră (5%), dar au răspândire mare la suprafața acesteia (75%). Cele mai răspândite sunt argilele, marnele, gresiile și calcarele.

GENEZA ROCILOR SEDIMENTARE

La formarea rocilor sedimentare se disting patru categorii de procese: alterarea, transportul, sedimentarea, litificația.

Alterarea. Aceasta cuprinde procese în urma cărora se distrug edificiile mineralogice-petrografice ale rocilor preexistente și poate fi alterare fizică și alterare chimică.

Alterarea fizică presupune dezagregarea, fărâmițarea mecanică a rocilor, fără schimbarea compoziției lor chimice. Este intensă în regiuni lipsite de sol vegetal, în regiuni muntoase înalte, pe coastele mărilor.

Alterarea chimică cuprinde procesele care acționând asupra unor roci preexistente, modifică profund rețeaua cristalină a mineralelor constitutive formând minerale noi. Este intensă în climat cald, umed, cu vegetație abundentă favorizată fiind de prezența apei. Se manifestă prin procese de oxidare, carbonatare, hidratare, halmiroliză (acțiunea apelor marine asupra lavelor submarine), prin acțiunea *p*H-ului. Alte procese chimice sunt cele de trecere a mineralelor magmatice, metamorfice în minerale de alterație.

Transportul. Materialul alterat este mai mult sau puțin transportat de agenții de transport (ape marine, curenți, valuri, maree, ape curgătoare, ape subterane, ghețari, vânt, gravitație) spre bazinele de sedimentare. Materialul rămas pe loc formează depozite reziduale (eluviale) care pot proveni din alterarea fizică sau din alterarea chimică. Materialul rezidual din alterarea fizică (soluri schelet, grohotișuri, stânci, stei) este consecința unei dinamici scăzute a agenților de transport sau a unui relief plat. Materialul rezidual al alterării chimice (diverse soluri, laterite, bauxite, terra rosa) este rezultatul insolubilității unor compuși sau reliefului plat.

Un agent de transport se caracterizează prin dinamica fluidului şi prin efectele de sortare (separare pe clase granulometrice), abraziune pe care le produce. De exemplu, vântul produce o sortare avansată a materialului deoarece nu antrenează în mişcare decât fragmente de o anumită dimensiune. Râurile produc o rulare avansată a fragmentelor dar o sortare slabă. Gheaţa nu sortează materialul antrenat în transport şi produce o erodare pe anumite feţe. Mai repede şi mai aproape de ţărm, în ape agitate se depun particule mai grele, mai mari, apoi spre larg la distanţă din ce în ce mai mare, în ape din ce în ce mai adânci şi mai liniştite, particule mai fine.

Sedimentarea. Aceasta cuprinde procesele în urma cărora are loc acumularea şi depunerea materialului anterior alterat şi transportat. Sedimentarea se face în bazine de sedimentare continentale sau marine şi poate fi sedimentare clastică = detritică (depunerea fragmentelor rezultate din alterarea fizică) şi sedimentare chimică (precipitare pe cale chimică a substanţelor din soluţii apoase).

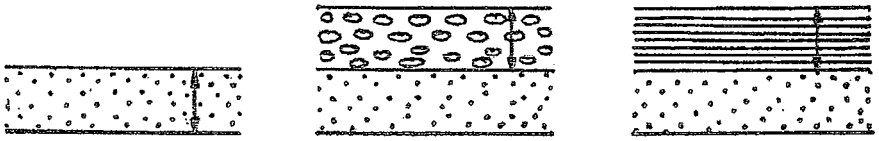


Fig. 1.1. *Aspectul materialului sedimentat: a – la un ritm constant de furnizare; b – la un ritm crescut de furnizare; c – la un ritm scăzut de furnizare.*

Sedimentarea clastică se caracterizează prin ritm (succesiune) de depunere a unor volume de material sedimentar de naturi diferite (prin stratificaţie) datorate ritmului de furnizare al materialului, ritmului de scufundare al bazinului, cauzate la rândul lor de diastrofism sau de eustatism. *Diastrofismul* înseamnă totalitatea proceselor geologice de formare a neregularităţilor scoarţei, de ridicare şi coborâre a soclurilor rigide. *Eustatismul* exprimă variaţia globală a nivelului mării măsurată în raport cu centrul Pământului, având drept efect schimbări ale nivelului marin de bază – oscilaţii – care, în raport cu nivelul "zero" pot fi pozitive (+) sau negative (-). Astfel, cât timp ritmul de furnizare al unui agent de transport este constant se depune un volum de sedimente omogen, pe o anumită grosime (fig. 1.1.*a*). Când datorită mişcărilor diastrofice, are loc o ridicare a ariei sursă, corelată cu o intensificare a eroziunii, agentul de transport devine mai viguros, creşte ritmul de furnizare al materialului, se schimbă natura acestuia depunându-se un material mai grosier (fig. 1.1.*b*), pe o grosime proporţională cu timpul cât noile condiţii sunt constante. Acelaşi lucru se întâmplă dacă datorită mişcărilor diastrofice are loc o coborâre a ariei de acumulare. La scară mică de timp, se depun fragmente grosiere în anotimpul ploios. Invers, dacă are loc o scădere a ritmului de furnizare (relief îmbătrânit) sau o ridicare a zonei de vărsare, se depune material mai fin (fig. 1.1.*c*) sau chiar încetează depunerea în bazin, râul depunându-şi aluviunile pe parcursul său. La scară mică de timp, se depun fragmente din ce în ce mai fine către anotimpul secetos. În domeniul marin,

de la țărm spre larg, agenții de transport produc o granoclasare depunând categorii de material sedimentar din ce în ce mai fine (fig. 1.2.*a*). Dacă are loc o coborâre sau o ridicare a fundului bazinului, natura materialului sedimentar ulterior depus se schimbă, depozitele fiind mai fine (fig. 1.2.*b*), respectiv mai grosiere (fig. 1.2.*c*). Entitățile de material mai grosier sau mai fin, separate de suprafețe de stratificație formează stratele geologice.

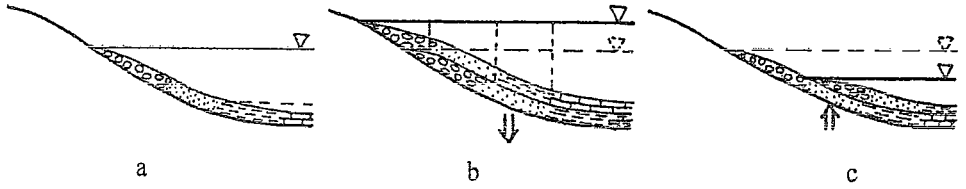


Fig. 1.2. *Schimbarea naturii sedimentelor cu depărtarea față de țărm: a – nivelul inițial al mării; b – coborârea fundului bazinului; c – ridicarea fundului bazinului.*

Sedimentarea chimică se caracterizează de asemenea, prin ritm (succesiune) de depunere, care este în funcție de gradul de izolare al bazinului și de variațiile climatice. Astfel, într-o lagună separată de mare printr-un cordon litoral (fig. 1.3), într-un climat arid precipită sărurile din soluție, în ordine inversă a solubilității: carbonați, sulfați, cloruri, săruri delicvescente. Dacă în timpul unei furtuni, apa mării trece peste cordonul litoral în lagună, deci scade gradul de izolare, diluează apa lagunei modificând succesiunea normală de precipitare sau chiar încetând precipitarea chimică și depunând material detritic. Se concretizează suprafețe de separație între vechile și noile depozite sedimentare. Variațiile climatice fac ca într-o perioadă secetoasă să se depună cloruri, săruri delicvescente, iar într-o perioadă mai umedă să se depună carbonați, sulfați sau chiar să înceteze precipitarea chimică eventual depunându-se material detritic.

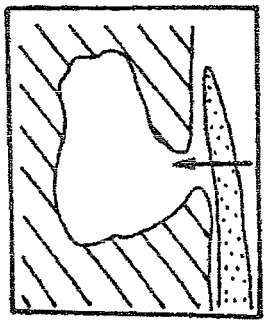


Fig. 1.3. *Variația gradului de izolare a unei lagune.*

Litificația. Aceasta cuprinde totalitatea proceselor care transformă materialul sedimentar în rocă sedimentară. Factorii determinanți sunt presiunea litostatică și temperatura în creștere datorită depozitelor nou adăugate deasupra, presiunile tangențiale (de stress), circulația soluțiilor mineralizate, prezența sau absența micro-organismelor, toți acționând în timp îndelungat (timp geologic). Au fost identificate trei faze: *singeneza*, *diageneza* și *epigeneza*.

1.2. STRATIFICAȚIA

Principala caracteristică a rocilor sedimentare este dispunerea lor în strate. Stratificația reprezintă aspectul de paralelism, concretizat în dispoziția zonală a rocilor sedimentare, separate de fețe de stratificație (fig. 1.4).

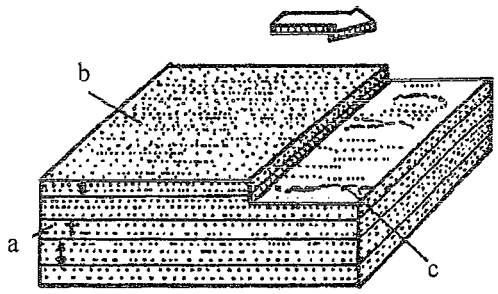


Fig. 1.4. *Stratificaţia orizontală: a – laminaţie paralelă; b – liniaţie de curent; c – liniaţie de desfacere.*

Stratificaţia este consecinţa variaţiei condiţiilor de sedimentare. Cât timp condiţiile de sedimentare sunt constante se depune un strat, când condiţiile se schimbă, se depune un strat de altă natură. Există şi excepţii când, din cauza unei mari linişti de sedimentare, unele depozite nu sunt stratificate. Sau pot fi legate de cauze locale: de exemplu, depozitele torenţiale au materialul netriat din cauza vitezei prea mari de acumulare; depozitele glaciare (argila cu blocuri) apar nestratificate din cauza incapacităţii gheţii de a sorta materialul; loessul are fragmente prea uniforme şi nu se mai observă stratificaţia; calcarele recifale şi dolomitele sunt nestratificate prin natura modului de formare; depozitele de wildfliş (olistostrome) = marne argiloase cu elemente străine, eterogene, dispuse haotic sunt datorate curenţilor de turbiditate submarini (declanşaţi de cutremure, sau de pantele prea înclinate) care distrug o stratificaţie iniţială.

Stratificaţia este importantă în studiul stratigrafiei, litologiei, hidrogeologiei; ajută la corelarea coloanelor stratigrafice, la descifrarea mişcărilor tectonice, la prospectarea zăcămintelor.

1.2.1. STRATUL GEOLOGIC

Stratul geologic reprezintă un volum de depozite sedimentare, uniform din punct de vedere petrografic, de formă aproximativ paralelipipedică, cu dimensiunile pe orizontală (lungime, lăţime) relativ mari comparativ cu dimensiunea pe verticală (grosimea), delimitat de două feţe (planele de stratificaţie) inferioară şi superioară după care se separă de stratele din culcuş, respectiv din acoperiş (fig. 1.5).

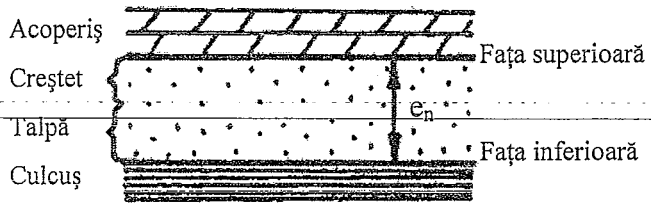


Fig. 1.5. *Elementele stratului.*

Grosimea normală stratigrafică (e_n) a unui strat este distanța măsurată perpendicular pe fețele de strat și este în funcție de durata sedimentării. Deci strate sincrone formate în același timp pot avea grosimi diferite dacă au avut grosimi de sedimentare diferite (fig. 1.6).

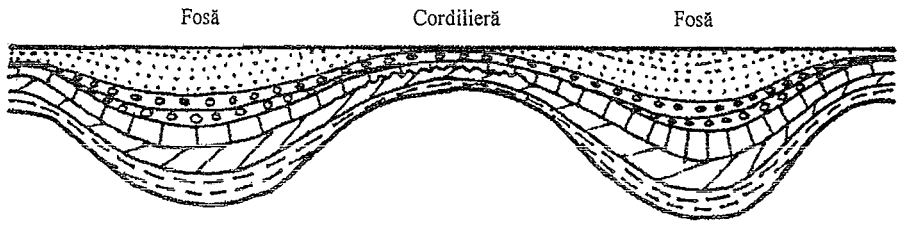


Fig. 1.6. *Variația grosimii stratelor cu viteza de sedimentare, în fose și cordiliere.*

Viteza de sedimentare (material sedimentat/unitate de timp) depinde de mișcările de scufundare a scoarței. Mai există grosimea pe verticală (e_v) determinată în foraje și grosimea orizontală (e_h) vizibilă la strate înclinate (fig. 1.7). După valoarea absolută grosimea stratelor poate fi de la câțiva mm strate foi, lamine) la zeci de metri (strate masive). *Suprafața de afloriment* reprezintă intersecția dintre un strat și suprafața topografică (fig. 1.8). *Limita de afloriment* reprezintă linia de intersecție dintre o suprafață limită de strat și suprafața topografică. Prin proiecția ei în plan orizontal se obține limita cartografică de afloriment (vezi capitolul Hărți geologice).

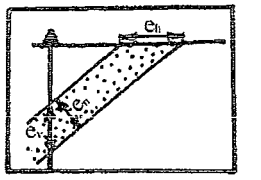


Fig. 1.7. *Grosimea normală, pe verticală și pe orizontală.*

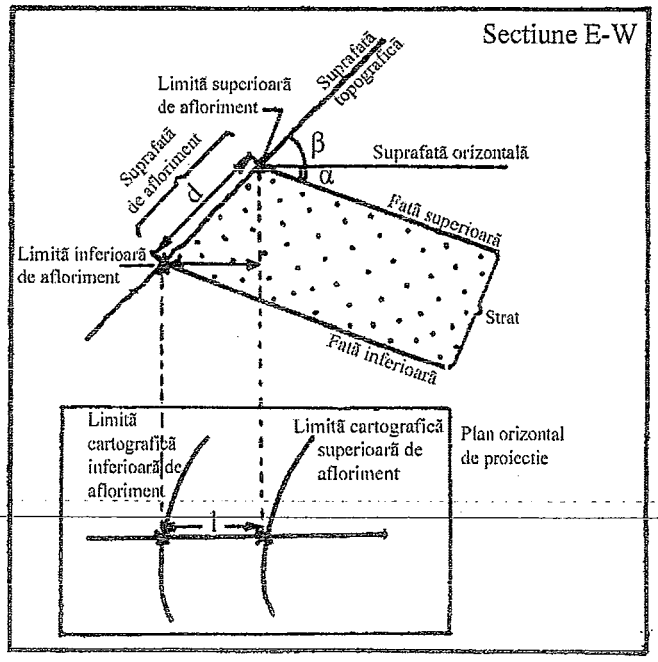
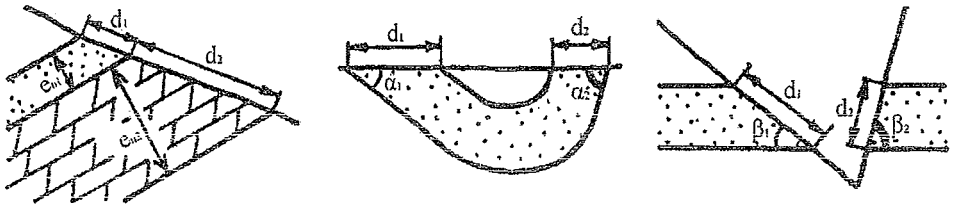


Fig. 1.8. *Elemente pentru determinarea grosimii stratului.*

Lăţimea de afloriment (*d*) reprezintă distanţa măsurată între limita inferioară şi cea superioară de afloriment. Proiecţia ei în plan orizontal reprezintă *lăţimea cartografică de afloriment*: $l = d \cdot \cos\beta$. Lăţimea de afloriment este în funcţie de grosimea stratului (e_n) (fig. 1.9.*a*), de înclinarea stratului (α) (fig. 1.9.*b*) şi de panta terenului (β) (fig. 1.9.*c*).

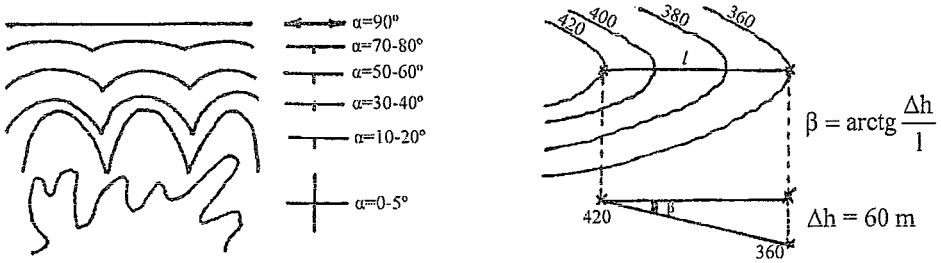


a b c

Fig. 1.9. *Variaţia lăţimii de afloriment în funcţie de:*
a – grosimea stratului; b – înclinarea stratului; c – panta terenului.

1.2.1.1. DETERMINAREA GROSIMII STRATELOR

Determinarea grosimii stratelor se poate face pe baza datelor ridicate din teren: lăţimea de afloriment – *d* (măsurată cu ruleta), unghiul de înclinare al stratului α şi unghiul de pantă topografică – β (determinate cu busolă geologică) (fig. 1.8); sau pe baza datelor culese de pe hartă: lăţimea cartografică de afloriment – *l* (măsurată cu rigla), unghiul de înclinare α al stratului (estimat din alura limitelor cartografice de afloriment) (vezi capitolul Hărţi geologice) şi unghiul de pantă β (determinat din valoarea curbelor de nivel) (fig. 1.10).



a b

Fig. 1.10. *Alura limitelor cartografice de afloriment în funcţie de înclinare (α) şi determinarea unghiului de pantă (β).*

În figura 1.11 se dau câteva cazuri de determinare a grosimii normale a stratelor în funcţie de *l*, *a*, α, β. Legat de calculul grosimii stratelor se poate determina adâncimea *H* la care va fi întâlnită în foraj o anumită limită geologică cunoscând înclinarea stratului (α), unghiul de pantă (β) şi distanţa (*L*) dintre limita de afloriment şi forajul proiectat (fig. 1.12).

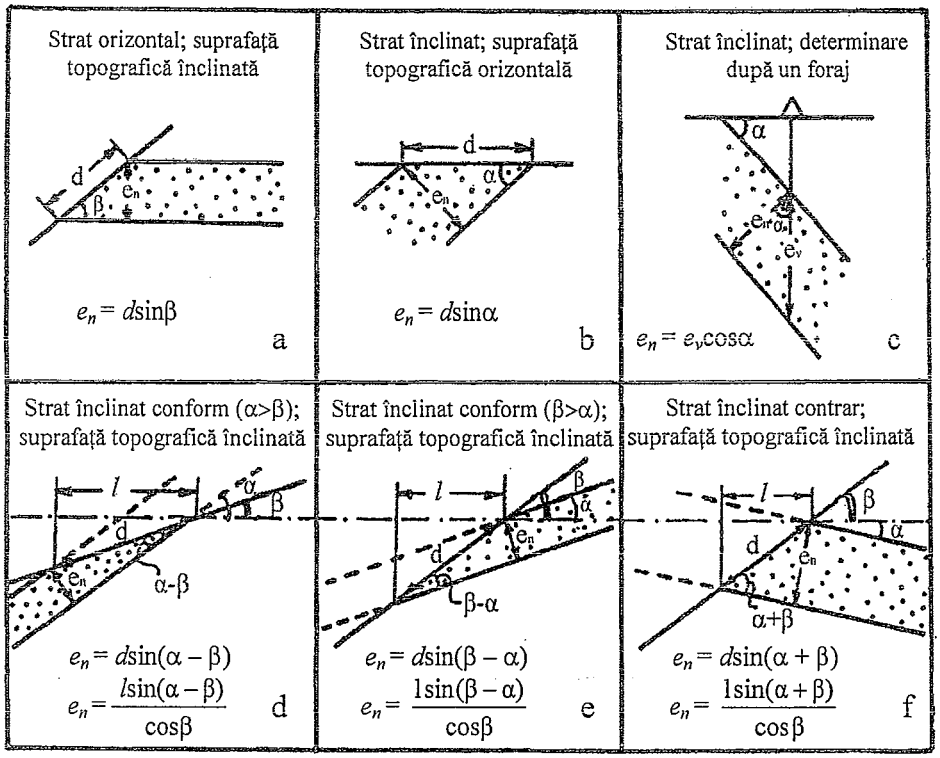


Fig. 1.11. *Diverse cazuri de determinare a grosimii normale a stratelor.*

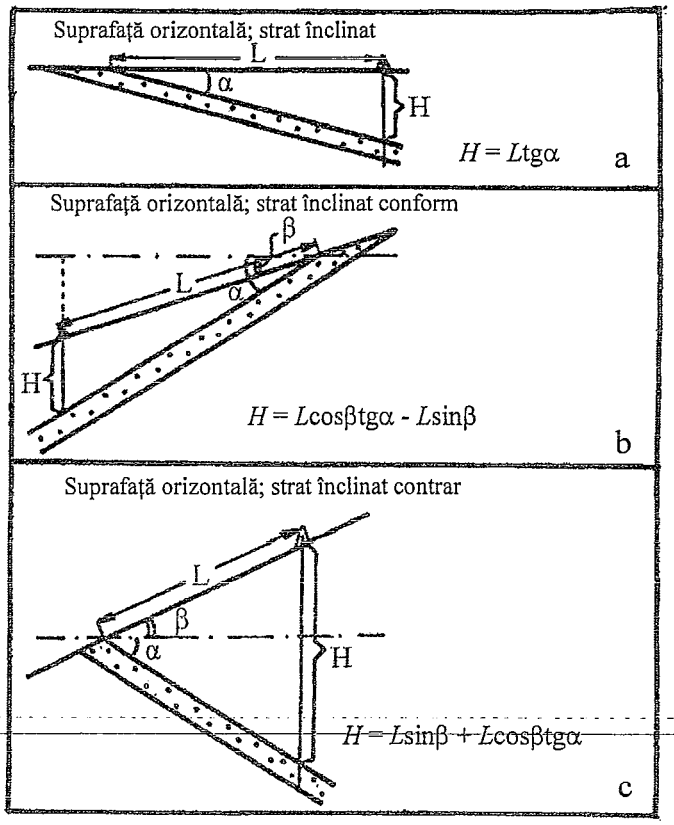


Fig. 1.12. *Diverse cazuri de determinare a adâncimii unei limite de strat.*

1.2.1.2. IMPORTANŢA GROSIMII STRATELOR

Pe baza grosimii stratelor se poate deduce cauza lor, adică mişcările verticale ale scoarţei din timpul geologic. Grosimile sunt importante în calculul rezervelor de substanţe utile, în construcţia coloanelor stratigrafice, litologice, în studiul rocilor sedimentare.

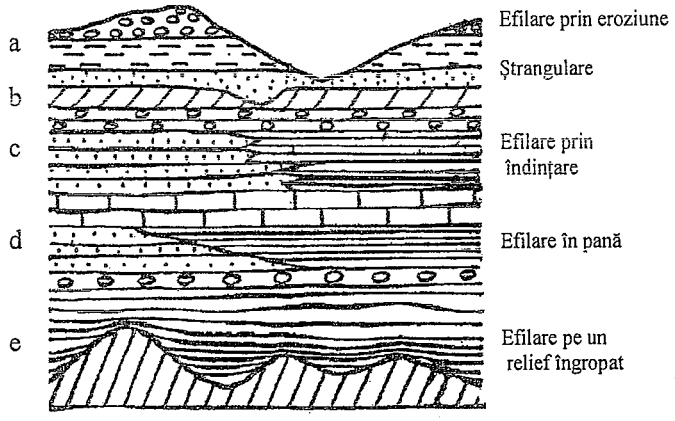


Fig. 1.13. *Tipuri de efilare primară şi secundară.*

Variaţia grosimii stratigrafice poate fi pe distanţă mică (ştrangulare) (fig. 1.13.*b*) sau se poate face până la dispariţia totală a stratului (efilare). Efilarea poate fi primară şi secundară. Efilarea primară se poate forma pe un relief îngropat (fig. 1.13.*e*) sau datorită variaţiilor de facies când poate fi în pană (fig. 1.13.*d*) sau prin îndinţare (fig. 1.13.*c*). Efilarea secundară este rezultatul eroziunii (fig. 1.13.*a*) sau falierii (fig. 1.14). Efilările primare formează uneori capcane litologice pentru hidrocarburi (fig. 1.15).

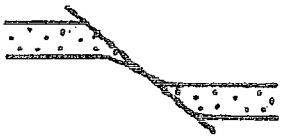


Fig. 1.14. *Efilare tectonică.*

Fig. 1.15. *Capcană litologică datorată efilării unor gresii petrolifere.*

1.2.2. TIPURI DE STRATIFICAŢIE

Stratificaţia orizontală. Aceasta este stratificaţia cea mai frecventă şi se formează în medii de sedimentare relativ liniştite. Se caracterizează prin feţe de strat paralele şi orizontale (fig. 1.4). Feţele de strat (limitele de strat) pot fi nete (când se datorează unor schimbări rapide a condiţiilor de sedimentare, eroziunii, diagenezei) sau pot fi tranziţionale. Suprafaţa de separaţie paralelă cu stratificaţia care corespunde opririi temporale a aportului de sediment (nedepunerii) formează o *diastemă*. Elementele de stratificaţie de grosime foarte mică (e_n < 1 cm) datorate micilor variaţii de sedimentare (îndeosebi variaţii ale vitezei de curgere) formează *lamine*.

Stratificația oblică. Este de asemenea un tip de stratificație frecvent la rocile detritice și se datorează sedimentării fragmentelor aduse de curenții de aer, apă, valuri. Are ca element constitutiv *lamina frontală* datorată acumulării materialului pe frontul de înaintare al structurii oblice (fig. 1.16).

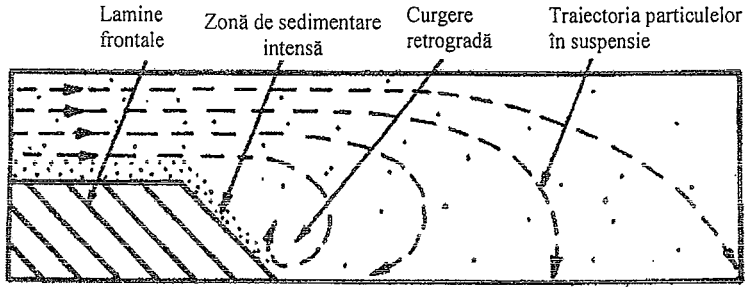


Fig. 1.16. *Mecanismul de formare al laminelor oblice.*

Legat de variatele condiții de formare, laminele frontale pot forma diverse tipuri (după aspectul în profil – fig. 1.17 – sau în secțiune orizontală) care apar în corpuri oblic laminare (fig. 1.18. *a*, *b*, *c*, *d*) sau în asociații de corpuri laminare (fig. 1.19).

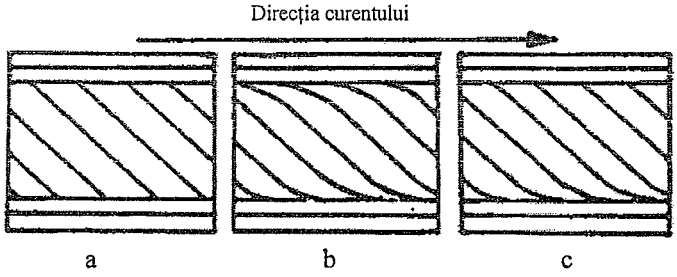


Fig. 1.17. *Profilul laminelor frontale:*
a – drepte; b – sigmoidale; c – concav-tangențiale.

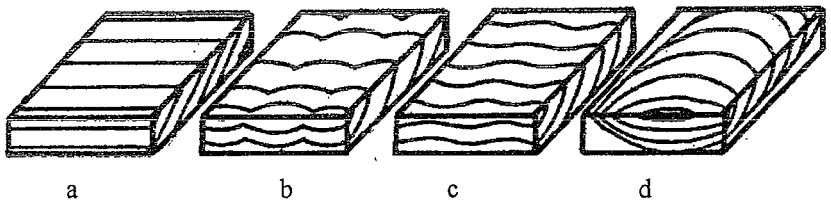


Fig. 1.18. *Corpuri oblic laminare: a – lamine frontale drepte; b – lamine ondulate trochoide; c – lamine ondulate sinuoase; d – lamine semilunare concoide.*

La o asociație de corpuri laminare, în secțiune transversală pe direcția curentului, laminele oblice apar cu înclinări de sens contrar, aspect denumit ca *stratificație încrucișată*, dar fiind de fapt un caracter al stratificației oblice. Stratificația (laminația) oblică apare la depozite ondulate (eoliene, fluviatile, marine), la depozite de colmatare a unor depresiuni. Ea este importantă pentru stabilirea mediului de depunere, a direcției paleocurenților sau în cazul *stratificației deltaice* (fig. 1.20.*a*) (prin componentele sale) pentru stabilirea succesiunii normale (fig. 1.20.*b*) sau răsturnate (fig. 1.20.*c*) de depunere.

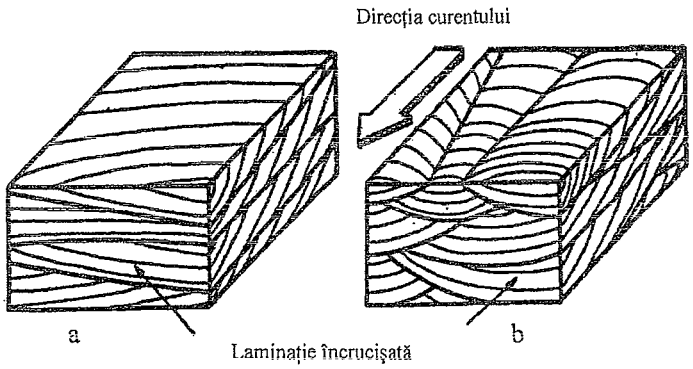


Fig. 1.19. *Asociaţie de corpuri laminare oblice: a – laminaţie oblică cu limite plane; b – laminaţie oblică concoidă.*

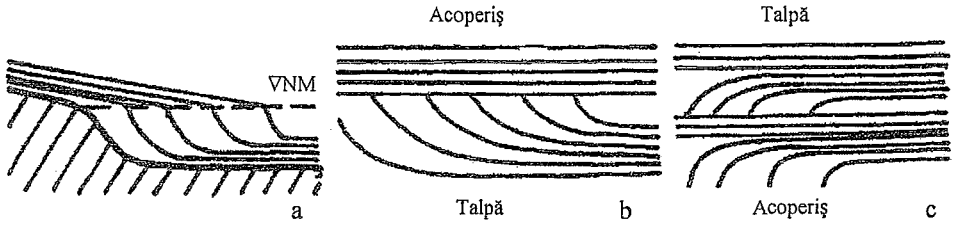


Fig. 1.20. *Stratificaţie deltaică:*
a – mod de formare; b – succesiune normală; c – succesiune răsturnată.

Stratificaţia (Laminaţia) convolută (curbicorticală) (fig. 1.21). Este laminaţia localizată în interiorul unui strat, caracterizată prin creste înguste (frecvent plate) şi depresiuni largi şi unde amplitudinea cutării este maximă în interior şi redusă spre limitele stratului. Este frecventă în depozitele de fliş (ex. în Pânza Est-internă = Teleajen, a flişului curbicortical, din Cretacicul Carpaţilor Orientali). Se formează prin deformare hidroplastică, imediat după sedimentare, a materialului depus, datorită unor lichefieri diferenţiale produse de diverse şocuri sau datorită unor supraîncărcări diferenţiale.

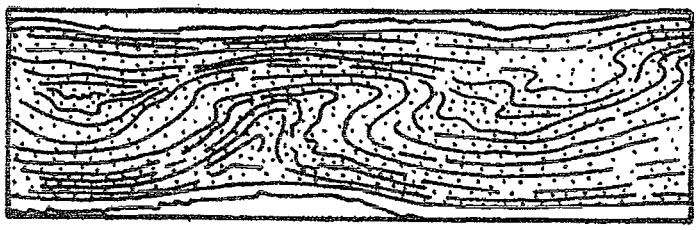


Fig. 1.21. *Strat cu laminaţie convolută (curbicorticală).*

Stratificaţia gradată (*Granoclasare*). Acest tip de stratificaţie este un aspect al structurii interne al stratelor datorat faptului că orice strat, deşi uniform granulometric, are fragmente mai grosiere în bază şi mai fine la partea superioară, ca o consecinţă a scăderii dinamicii curenţilor de transport (fig. 1.22). Ca urmare ajută la stabilirea succesiunii normale sau răsturnate într-o serie de strate.

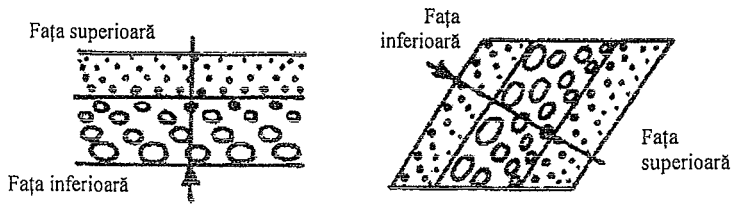


Fig. 1.22. *Sedimentare gradată.*

1.2.3. CARACTERE EXTERIOARE ALE FEȚELOR DE STRAT

Structura primară, normală a stratelor, rezultată din procesul de sedimentare este structura orizontală în care stratul are fața inferioară jos și fața superioară sus, în care stratele mai vechi sunt jos și mai noi sunt deasupra (fig. 1.23.*A*). Ulterior, datorită forțelor tectonice stratele sunt dislocate în poziții secundare. Astfel, stratele pot fi înclinate, aduse la verticală, răsturnate, cutate (fig. 1.23.*B*, *C*, *D*, *E*).

Cutele pot fi: *anticlinale* (de forma unei albii cu convexitate în sus și concavitatea în jos, cu stratul cel mai vechi în mijloc), *sinclinale* (de forma unei albii cu convexitate în jos și concavitatea în sus, cu stratul cel mai nou în mijloc), *cute faliate* (fig. 1.23.*F*), *cute solzi* (fig. 1.23.*G*), *pânze de șariaj* (fig. 1.23.*H*).

Pentru descifrarea geologiei unei regiuni, structurile secundare trebuie să fie bine cunoscute. Frecvent ele prezintă importanță economică cantonând zăcăminte de substanțe minerale utile. De exemplu, în figura 1.23.*I*, se vede cum hidrocarburile migrează din sinclinale din cauza presiunii litostatice mai mari și a compresiunii în bolțile din anticlinal supuse la o presiune litostatică mai mică și la tensiune.

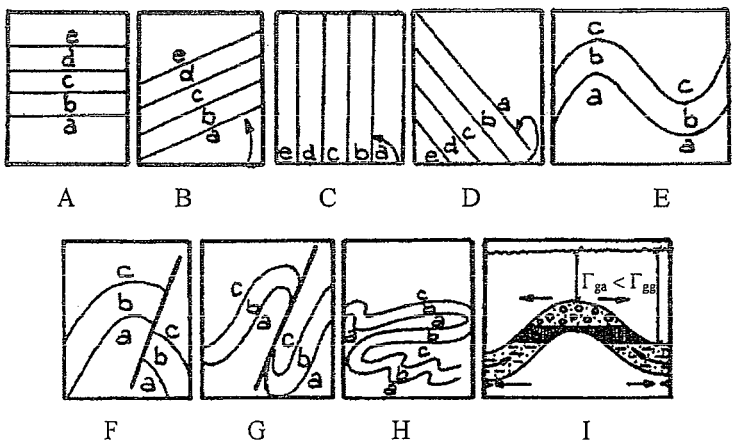


Fig. 1.23. *Structura primară a stratelor (A) și diverse structuri secundare:*
B – strate înclinate; C – strate redresate; D – strate răsturnate înclinate; E – strate cutate (anticlinal, sinclinal); F – anticlinal faliat; G – cută-solz; H – pânză de șariaj;
I – secțiune printr-un anticlinal petrolifer.

O structură secundară întâlnită în teren (fig. 1.24) poate fi interpretată, diagnosticată numai dacă cunoaştem vârsta relativă a stratelor. Vârsta relativă a stratelor se determină pe baza principiului superpoziţiei stratelor (într-o succesiune normală de strate, stratul acoperitor este mai nou decât cel acoperit) corelat cu principiul evoluţiei organismelor (strate mai vechi conţin resturi de organisme animale şi vegetale = fosile, mai puţin evoluate, strate mai noi conţin organisme mai complexe, mai evoluate). Dar cum în teren sunt adesea formaţiuni geologice lipsite de fosile (frecvent depozitele de fliş sau molasă), pentru determinarea structurilor secundare se apelează la ornamentaţiile feţelor de strat sau la diverse tipuri de stratificaţie (deltaică, gradată). De asemenea, ele indică mediul de formare şi uneori direcţia paleocurentului.

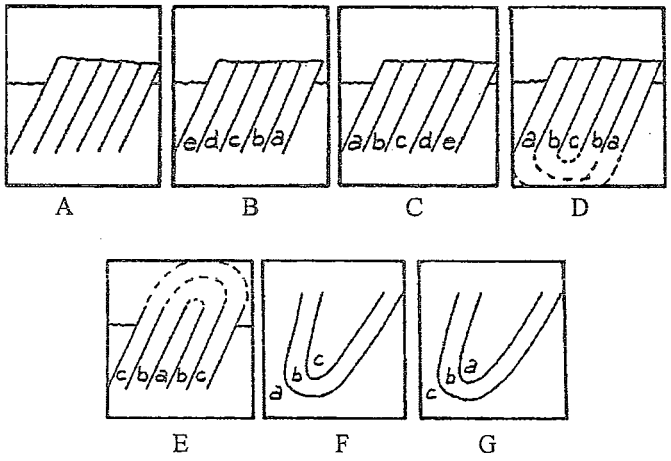


Fig. 1.24. *Diverse interpretări ale unei structuri secundare în funcţie de vârsta relativă a stratelor: A – când nu se cunosc vârstele; B – strate monoclinale în succesiune normală; C – strate monoclinale în succesiune răsturnată; D – sinclinal; E – anticlinal; F – sinclinal aplecat spre est; G – anticlinal răsturnat.*

Ornamentaţiile feţelor de strat sunt variate tipuri de *ondulaţii*, *urme erozionale de curent*, *urme deformaţionale postsedimentare*, cum ar fi cele de crăpături de uscare, de picături de ploaie şi urme biotice postdepoziţionale.

Ondulaţiile (engl. *ripples*) sunt rezultatul stratificaţiei (laminaţiei) oblice şi pot fi ondulaţii de curent (fig. 1.25 şi 1.26), ondulaţii produse de oscilaţia valurilor (fig. 1.27), ondulaţii eoliene şi mai rar megaondulaţii (valuri de nisip, dune hidraulice). Ele apar sub forma unor creste, creste ale căror vârf indică întotdeauna faţa exterioară a unui strat. Un strat ulterior, mai fin, depus deasupra va păstra sub formă de mulaj aceste creste, întotdeauna ca faţă inferioară (fig. 1.28.*a*). Astfel într-o serie de strate se poate determina succesiunea normală de depunere şi deci interpretarea structurii respective (fig. 1.28.*b*).

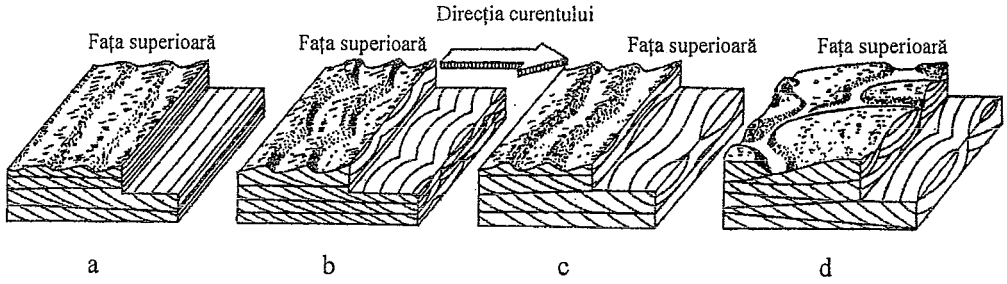


Fig. 1.25. *Ondulații de curent cu lamine oblice discontinue care după forma în plan a crestelor rezultată din tipul laminelor (vezi fig. 1.18) sunt: a – drepte; b – trochoide; c – sinuoase; d – linguoide.*

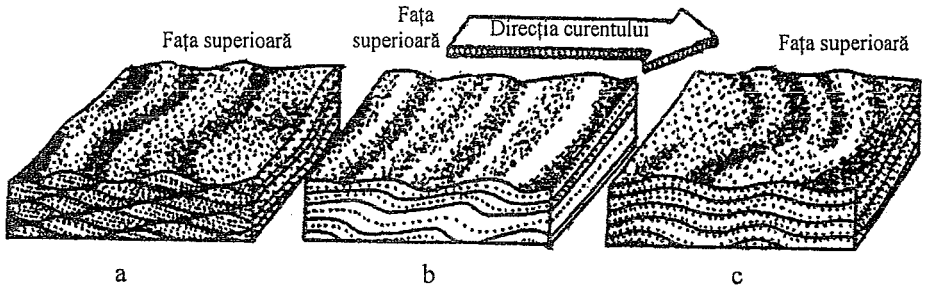


Fig. 1.26. *Ondulații ascendente de curent cu tendința de migrare în sensul curentului concomitent cu dezvoltarea pe verticală, cu lamine oblice continue: a – cu panta din aval erodată; b – decalate; c – cu lamine concordante.*

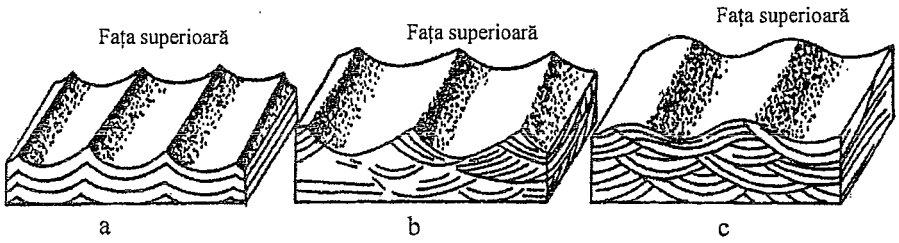


Fig. 1.27. *Ondulații produse de oscilația valurilor: a – cu lamine arcuite concave concordante; b – cu seturi discordante de lamine concave; c – cu creste rotunjite.*

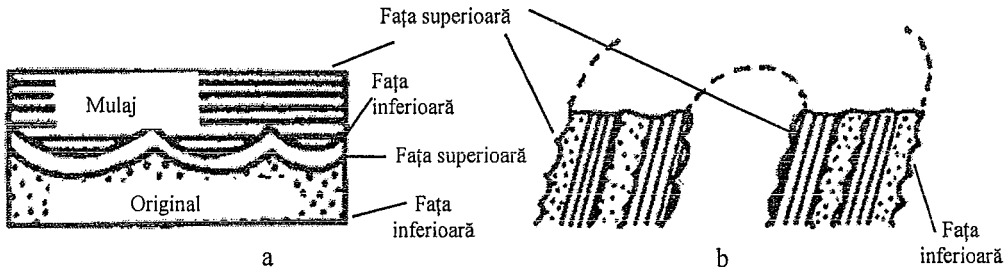


Fig. 1.28. *Formarea mulajelor (a) și interpretarea ca anticlinal a unei structuri (b).*

Urmele erozionale de curent (*mecanoglife*). Apar ca depresiuni de diferite forme (engl. *marks*) la partea superioară a stratelor lutitice ce au constituit patul curentului sau frecvent ca mulaje proeminente (engl. *casts*) întotdeauna la partea inferioară a stratelor arenitice (gresii) ce s-au depus în depresiunile lăsate de curent. După modul de formare pot fi:

1) urme generate de eroziunea directă a curentului (fig. 1.29): caneluri de eroziune depresionare = *flute marks* (fig. 1.29.*c*), caneluri de eroziune – mulaje = *flute casts* (fig. 1.29.*a*) produse de separare a curgerii cu formare de vârtejuri contrare datorate unor obstacole; zone de neregularităţii ale fundului (fig. 1.29.*b*); riduri dendritice (fig. 1.29.*d*); riduri longitudinale (fig. 1.29. *e*).

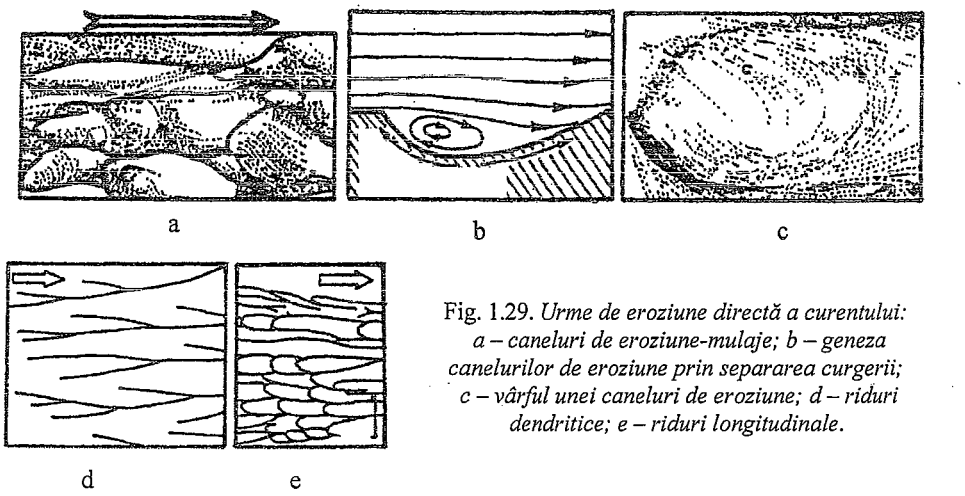


Fig. 1.29. *Urme de eroziune directă a curentului: a – caneluri de eroziune-mulaje; b – geneza canelurilor de eroziune prin separarea curgerii; c – vârful unei caneluri de eroziune; d – riduri dendritice; e – riduri longitudinale.*

2) urme generate de obiecte transportate de curent (fig. 1.30): urme de şanţuri de dragare = târâre = *groove marks* (fig. 1.30.*a*); urme de impact (fig. 1.30.*b*) şi de rulare (fig. 1.30.*c*, *d*).

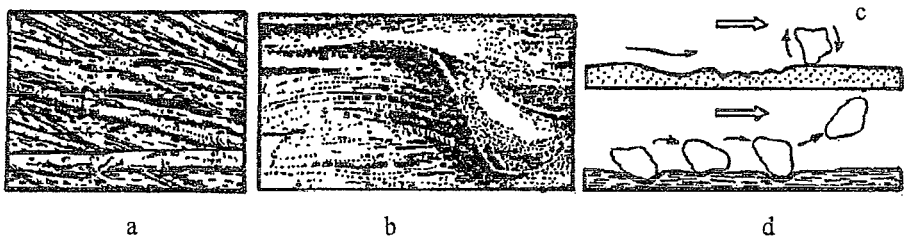


Fig. 1.30. *Urme generate de obiecte transportate de curent: a – mulaje ale unor şanţuri de dragaj; b – urmă de înfigere (Stratele de Comarnic, Barremian-Apţian, Valea Prahovei); c – urme datorate rulării prin rostogolire; d – urme datorate rulării prin saltaţie.*

3) deformaţii datorate împingerii sedimentului de către curent(fig. 1.31). Pe baza acestor urme, cunoscând feţele inferioară şi superioară (deci succesiunea normală de depunere) dintr-o serie de strate, se poate interpreta structura secundară respectivă (fig. 1.32).

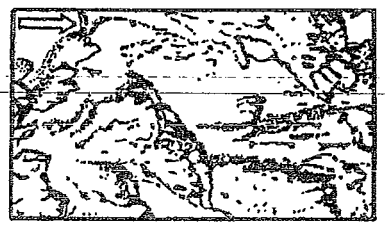


Fig. 1.31. *Urme deltoidale datorate împingerii sedimentului de către curent.*

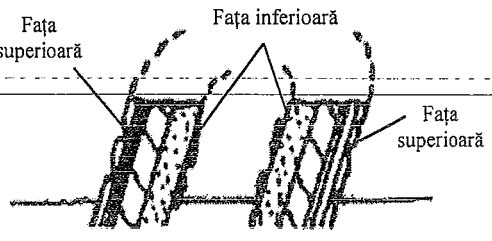


Fig. 1.32. *Interpretarea ca anticlinal a unei structuri pe bază de mecanoglife.*

Urme deformaționale postsedimentare. Acestea pot fi urme de picături de ploaie (fig. 1.33.*a*), (ce apar ca niște cratere la partea superioară a stratelor lutitice sau ca mulaje rotunjite la fața inferioară a stratelor de gresie) sau urme de crăpături de uscare (fig. 1.33.*b*), (ce apar ca intrânduri la partea superioară a stratelor lutitice, reprezentând urmele crăpăturilor poligonale de contracție, sau ca protuberanțe ascuțite în fața inferioară a stratelor de gresie depuse deasupra). Frecvente în depozitele continentale aride și semiaride, astfel de urme ajută la stabilirea succesiunii normale de depunere deci la interpretarea structurilor secundare (fig. 1.33.*c*).

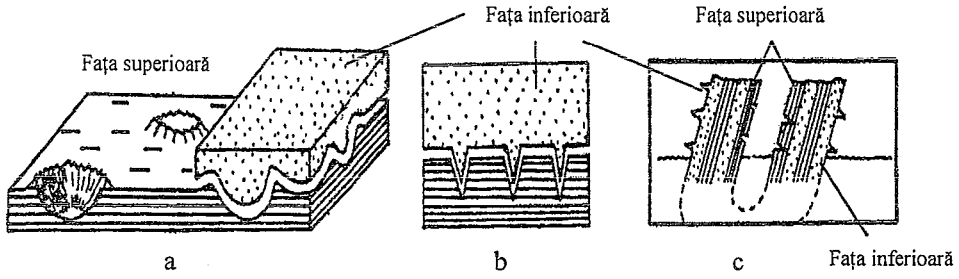


Fig. 1.33. *Urme deformaționale postsedimentare: a – urme și mulaje de picături de ploaie; b – urme și mulaje de crăpături de uscare; c – interpretarea ca sinclinal a unei structuri pe bază de crăpături de uscare.*

Urme biotice postpoziționale (*bioglife*). Apar ca depresiuni la fața superioară a stratelor lutitice, arenitice și reprezintă urme de târâre (fig. 1.34.*a*, *b*) ale unor organisme, urme de hrănire (fig. 1.34.*c*, *d*), urme de odihnă și îngropare (fig. 1.34.*e*), urme de pași (fig. 1.34.*f*), urme de zbor, de înot (fig. 1.34.*g*). De asemenea pe baza lor se pot stabili succesiunile normale sau răsturnate și deci se pot interpreta structurile secundare.

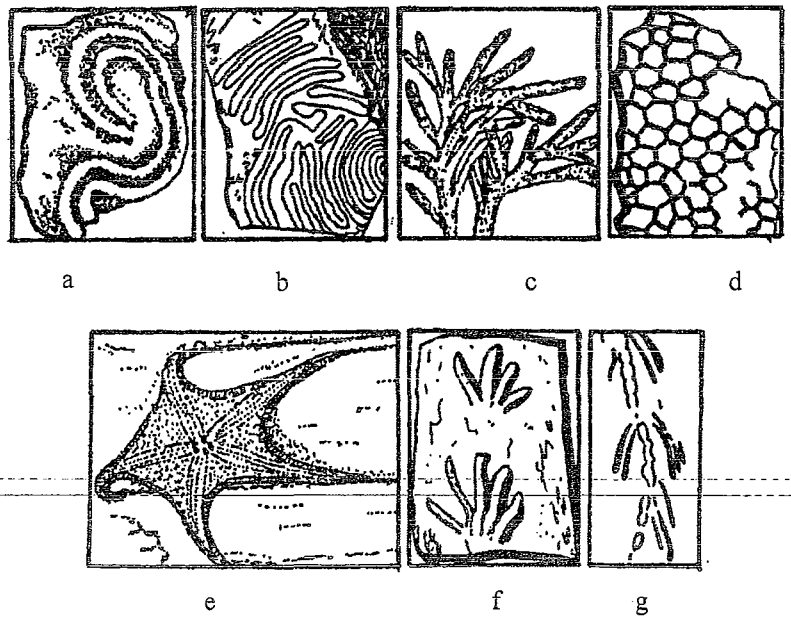


Fig. 1.34. *Bioglife: a, b – urme de târâre viermi (a – Nemertites, b – Helminthoides); c, d – urme de hrănire (c – Chondrites, d – Palaeodictyon); e – urme de odihnă temporară (stea de mare); f – urme de pași de reptile; g – urme de zbor de insecte.*

1.3. CONCORDANŢA ŞI DISCORDANŢA STRATIGRAFICĂ

Mai multe strate se află în *concordanţă stratigrafică* dacă feţele de strat sunt paralele între ele, iar stratele se află în continuitate de sedimentare. În acest caz bazinul de sedimentare în care s-au depus s-a aflat permanent sub apă, a avut aport continuu de material sedimentar.

Când într-o succesiune de strate de vârste din ce în ce mai noi, lipsesc unul sau mai mulţi termeni stratigrafici (strate de o anumită vârstă), stratele vecine se află în *discordanţă stratigrafică*, iar termenii care lipsesc formează un *hiatus* (*lacună stratigrafică*). Lacuna stratigrafică poate fi *de sedimentare* (termenul care lipseşte nu a fost depus la loc, în acel timp bazinul de sedimentare fiind exondat datorită unor mişcări epirogenice pozitive) sau *de eroziune* (termenul lipsă a fost depus în continuitate peste cele anterioare, dar după depunerea lui bazinul a suferit o ridicare, a fost exondat, iar stratul respectiv a fost erodat).

Discordanţa stratigrafică reprezintă o suprafaţă de eroziune sau de nedepunere care separă formaţiuni mai vechi de altele mai tinere depuse deasupra lor. *Suprafaţa de discordanţă* poate fi aproape plană (fig. 1.35.*A*), (rocile vechi erodate până la peneplenă) sau poate fi cu denivelări (depunerea rocilor noi s-a făcut pe un relief tânăr) (fig. 1.35.*H*). Discordanţa stratigrafică poate fi simplă, locală, voalată, unghiulară.

Discordanţa simplă presupune că stratele separate de lacună sunt paralele (fig. 1.35.*A*). *Discordanţa locală* apare pe suprafeţe reduse, de obicei între aluviunile unui vechi curs de apă şi rocile învecinate (fig. 1.35.*B*). *Discordanţa voalată* apare la granite şi se caracterizează prin faptul că trecerea la roci de deasupra este gradată (greu de observat) (fig. 1.35.*C*). *Discordanţa unghiulară* presupune că stratele separate de ea fac un unghi între ele (fig. 1.35.*D*, *H*). Astfel, bazinul de sedimentare s-a aflat sub apă, s-au depus stratele vechi (fig. 1.35.*E*), apoi au fost cutate, ridicate la suprafaţă, (fig. 1.35.*F*), erodate până la un anumit grad (fig. 1.35.*G*), scufundate din nou şi peste ele se depune orizontal seria mai nouă de strate (fig. 1.35.*H*).

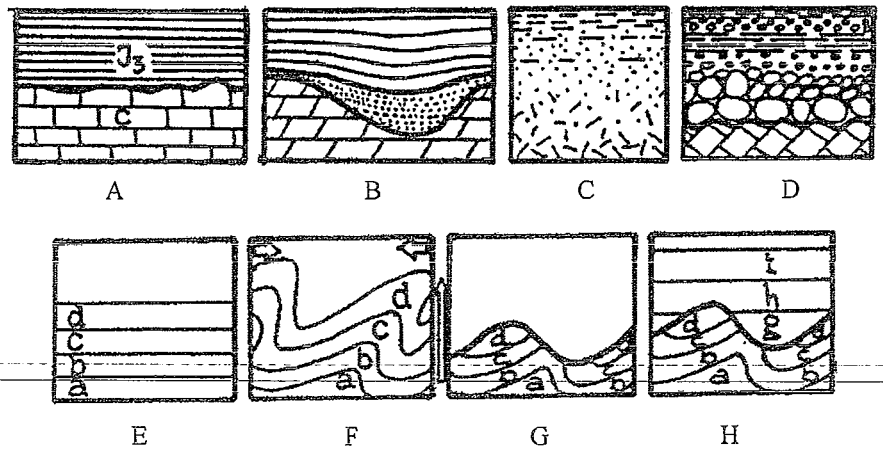


Fig. 1.35. *Tipuri de discordanţă (A, B, C, D) şi stadii în formarea unei discordanţe unghiulare (E, F, G, H): A – discordanţă simplă; B – discordanţă locală; C – discordanţă voalată; D – discordanţă unghiulară; E – sedimentare a stratelor a, b, c, d; F – cutare şi ridicare; G – eroziune; H – scufundare şi depunerea unei noi serii de strate. Vârsta cutării: post d, ante g = e, f.*

Importanța discordanțelor poate fi teoretică pentru determinarea vârstei mișcărilor tectonice de cutare, pentru studii de stratigrafie (fig. 1.36, 1.37), cât și practică, ele favorizând formarea capcanelor stratigrafice pentru hidrocarburi. Vârsta cutării este întotdeauna mai nouă decât ultimul strat cutat și mai veche decât primul strat necutat (fig. 1.35.*H*).

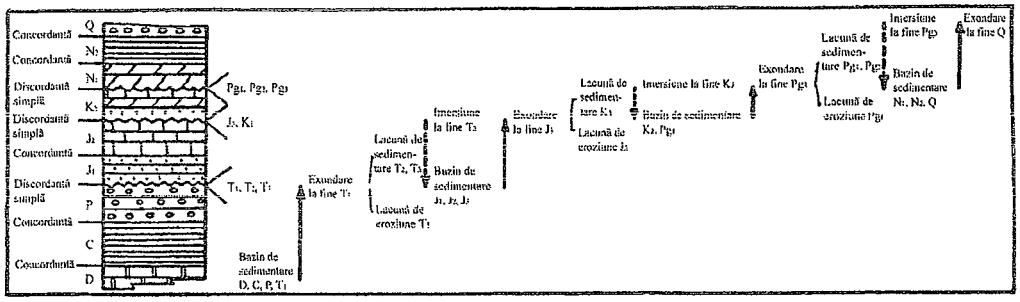


Fig. 1.36. *Discuție asupra evoluției tectonice a unei serii de strate orizontale discordante. Regiunea a avut patru nivele tectonice (patru nivele de ridicare, trei de coborâre).*

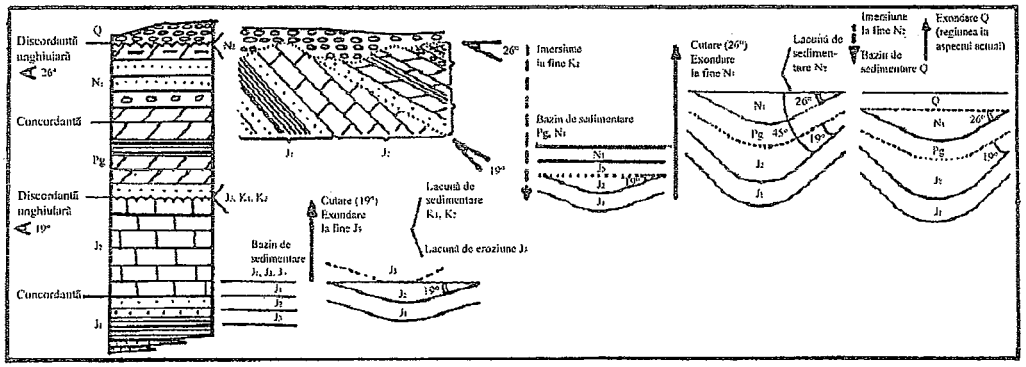


Fig. 1.37. *Discuție asupra evoluției tectonice a unei serii de strate aflate în discordanță unghiulară.*

1.4. TRANSGRESIUNI ȘI REGRESIUNI MARINE

Sunt consecințe ale mișcărilor oscilatorii ale scoarței terestre în zona de țărm, descendente, respectiv ascendente, constând în invazia mării asupra uscatului, respectiv retragerea mării, cu rezultatul formării unui anumit tip de sedimente. Astfel, având în vedere granoclasarea care se produce de la țărm spre largul mării, la o transgresiune adâncimea apei crescând, materialul grosier se depune din ce în ce mai în interiorul uscatului și ca urmare, o coloană litologică va prezenta conglomerate în bază, apoi nisipuri, argile, calcare fine la partea superioară (fig. 1.38). În cazul unei regresiuni, adâncimea apei devenind din ce în ce mai mică, materialul grosier se depune din ce în ce mai spre largul mării încât la un anumit moment o coloană litologică va avea depozite fine – calcare în bază, apoi argile, gresii și la partea superioară depozite grosiere – conglomerate (fig. 1.39). La o serie transgresivă, termenii stratigrafici mai noi depășesc pe cei vechi deoarece invadarea uscatului se face progresiv, iar la o serie regresivă, ca urmare a ridicării solului continental termenii superiori au extindere mai mică decât cele transgresive deoarece prin ridicare sunt supuși eroziunii.

La o transgresiune (fig. 1.38) se deosebesc linii de timp orizontale, paralele cu nivelul mării şi linii de facies paralele cu fundul bazinului de sedimentare. Astfel, la aceeaşi orizontală (linie de timp) – fie linia 1, găsim ca urmare a coborârii fundului depozite sincrone dar diferite: conglomerate în stânga şi gresii, argile, calcare spre dreapta. Acestea sunt numite depozite *heteropice* iar depozitele sincrone dar de faciesuri identice sunt numite *izopice*. Depozitele de acelaşi facies (ex. conglomerate) dar de vârste diferite şi deplasate în spaţiu (spre stânga), nu pe aceeaşi verticală se numesc *heterocrone*. Depozitele de acelaşi facies însă situate pe o aceeaşi verticală se numesc *homotaxe* sau de *recurenţă de facies*. La transgresiune faciesurile de acelaşi fel se deplasează atât în spaţiu cât şi în timp, proces numit *migraţia faciesurilor*. Ca urmare un anumit facies este cu atât mai nou cu cât ne deplasăm în sensul transgresiunii. La o regresiune (fig. 1.39) liniile de timp sunt paralele cu fundul bazinului de sedimentare în zona de ţărm iar liniile de facies sunt uşor înclinate, dar aproape paralele cu nivelul mării. Un anumit facies este cu atât mai nou cu cât ne deplasăm în sensul regresiunii.

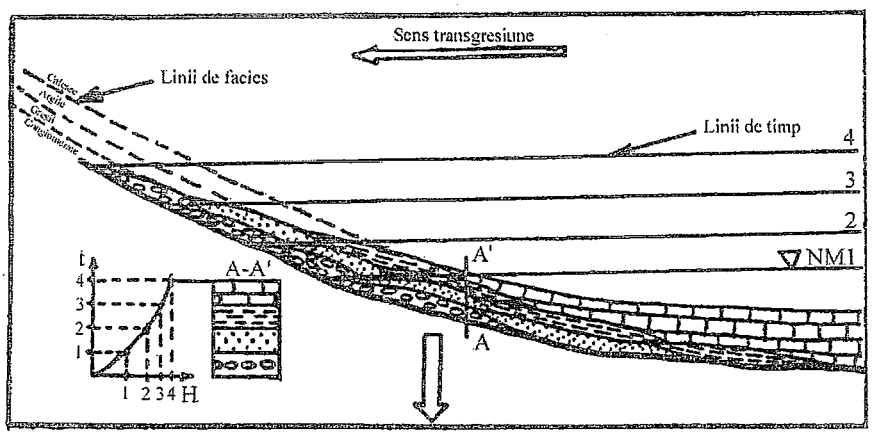


Fig. 1.38. *Deplasarea zonelor de facies în urma coborârii liniei de ţărm la o transgresiune şi coloana stratigrafică transgresivă.*

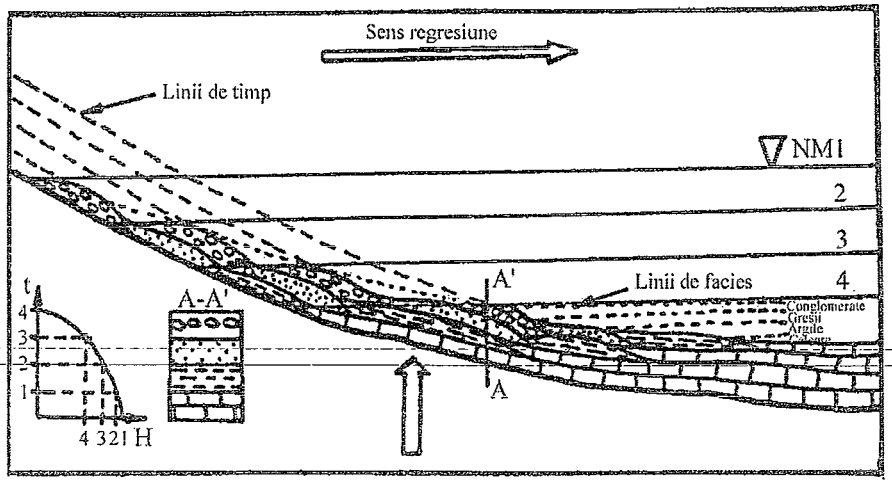


Fig. 1.39. *Deplasarea zonelor de facies în urma ridicării liniei de ţărm la o regresiune şi coloana stratigrafică regresivă.*

1.5. CICLU DE SEDIMENTARE (ETAJ STRUCTURAL)

Etajul structural reprezintă seria de depozite ce începe cu o transgresiune şi se termină cu o regresiune. Deci e format din suprapunerea unei coloane stratigrafice regresivă peste una transgresivă (fig. 1.40). De fapt pe fondul unor oscilații mici (oscilațiile foarte mici determină stratificația), scoarța terestră are mişcări mai mari şi ca urmare ciclurile secundare formează cicluri principale (fig. 1.41) definite ca: pachet de roci cuprins între două discordanțe, ce începe cu o transgresiune şi se termină cu regresiune. Ciclurile mai pot fi complicate şi de neuniformitatea mişcărilor scoarței: se poate ca mişcările de coborâre să fie treptate, iar ridicările rapide, formându-se numai jumătăți transgresive de ciclu (exemplu depozitele de fliş, depozitele de cărbuni) sau invers coborâri rapide şi ridicări lente, formându-se numai jumătăți regresive de ciclu. Ciclul sedimentar explică de ce roci de natură diferite se pot suprapune în acelaşi loc. Ciclurile sedimentare de diferite grade de importanță, alături de lacune ajută la separarea limitelor diviziunilor stratigrafice de diferite importanțe. De asemenea ajută la întocmirea hărților tectonice.

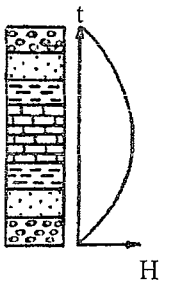


Fig. 1.40. *Coloana stratigrafică a unui ciclu de sedimentare simplu şi variația adâncimii mării.*

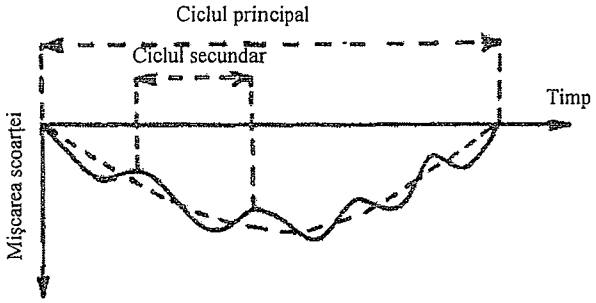


Fig. 1.41. *Complexitatea ciclurilor de sedimentare.*

1.6. FACIES

Faciesul reprezintă totalitatea caracterelor paleontologice şi litologice ale unui strat într-un anumit loc. Mai nou, noțiunea de facies se referă şi la condițiile de acumulare a rocilor sedimentare şi este definit ca totalitatea condițiilor paleogeografice şi paleobiologice care au determinat caracterele petrografice şi paleontologice ale unui strat într-un anumit loc.

Faciesurile reprezintă caracteristici importante ale rocilor sedimentare. Cum este o lege generală ca aspectul petrografic sau paleontologic al unei formațiuni de o anumită vârstă să se schimbe în spațiu, noțiunea de facies are o semnificație locală. Variația faciesurilor (trecerea de la un anumit tip la altul) poate fi treptată (pe zeci, sute de kilometri) sau rapidă pe distanțe de sute de metri sau un kilometru (exemplu formațiunile recifale prezintă treceri bruşte de la faciesul calcaros la faciesurile detritice înconjurătoare). Există şi cazuri de uniformitate remarcabilă de facies (ex. complexul gresiei de Kliwa din Oligocenul Carpaților Orientali se menține neschimbat din regiunea Borislav – Ucraina până la vest de valea Teleajenului).

Faciesurile pot avea răspândire mare în spaţiu (exemplu argilele roşii abisale) sau redusă (exemplu faciesul cu Ostrea). După grosime pot varia de la câţiva centimetri până la sute de metri. După caracteristicile generale faciesurile pot fi continentale (lacustre, fluviale, deşertice), lagunare, marine (fig. 1.42), (litorale, neritice, pelagice, batiale, abisale). După zone paleogeografice pot fi faciesuri de geosinclinal, de platformă, de avanfosă. Se mai pot numi după litologie (calcaroase, grezoase, argiloase), după caracterul stratificaţiei, după caracterul paleontologic (faciesul cu Bositra, faciesul cu Ostrea).

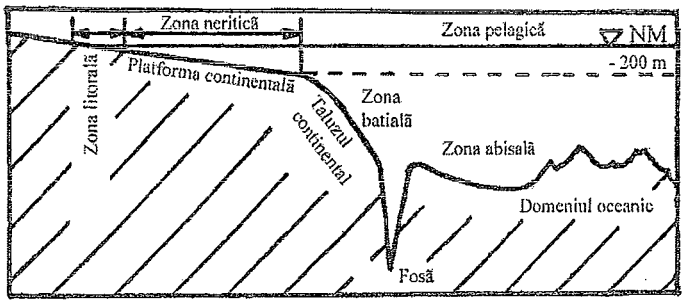


Fig. 1.42. *Subdiviziuni batimetrice şi bionomice ale mării.*

Faciesurile sunt determinate de mişcările tectonice, de cadrul fizico-geografic în care se formează, de procesele fizico-chimice din zonele de denudare şi din cele de acumulare. Faciesurile au importanţă teoretică în determinarea foselor (faciesuri fine) şi cordilierelor (faciesuri grosiere), în determinarea caracterului continuu sau discontinuu al cutării (la cutare continuă în bolţile de anticlinal există un facies mai grosier deoarece cutarea este sinsedimentară) şi importanţă economică (petrolul este legat de faciesuri bituminoase, cărbunii de faciesuri paralice, sărurile de faciesuri halogene etc.).

1.6.1. SINCRONISMUL STRATELOR

Datorită variaţiei faciesurilor pe orizontală se pune problema dacă faciesuri diferite s-au format în acelaşi timp. Sincronismul se stabileşte prin metoda paleontologică (strate de aceeaşi vârstă au aceleaşi fosile) sau în lipsa fosilelor caracteristice prin metoda stratigrafică: faciesuri care se îndinţează sunt sincrone (fig. 1.43) sau faciesuri diferite dintr-o succesiune concordantă sunt sincrone dacă au acelaşi pat sau acelaşi acoperiş (principiul lui Hebert) (fig. 1.44).

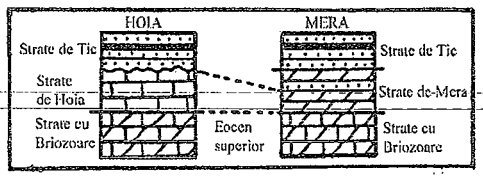


Fig. 1.43. *Determinarea sincronismului stratelor pe baza aceluiaşi pat. Stratele de Hoia fiind discordante cu stratele de Tic se corelează numai cu baza stratelor de Mera.*

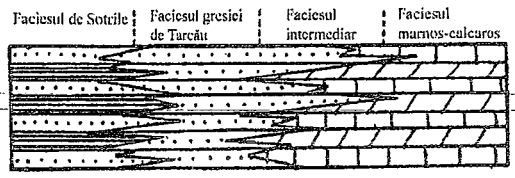


Fig. 1.44. *Îndinţarea faciesurilor în flişul Eocen al Carpaţilor Orientali.*

1.7. POZIȚIA ȘI ORIENTAREA STRATELOR

După cum am mai arătat (fig. 1.23.*a*), poziția primară a stratelor este poziția orizontală sau aproape orizontală rezultată din modul de sedimentare. Stratele mai vechi sunt mai jos, stratele din ce în ce mai noi se depun deasupra. Ulterior, datorită unor cauze tectonice stratele pot fi dislocate într-o poziție secundară. Față de poziția inițială trebuie stabilit sensul și amplitudinea deplasării, stratul trebuie orientat în spațiu în raport cu punctele cardinale. Orientarea se face prin două elemente: direcția și înclinarea (fig. 1.45). *Direcția* stratului este orice intersecție dintre un plan orizontal și planul stratului. Se exprimă prin *orientarea direcției* care este unghiul θ dintre aliniamentul direcției și planul meridianului locului (nordul geografic). *Înclinarea* este linia de cea mai mare pantă a unui strat, perpendiculară pe direcție. Se exprimă prin *valoarea înclinării* care este unghiul α dintre planul stratului și un plan orizontal (planul busolei) și prin *sensul înclinării* care este sensul în care stratul intră în pământ, determinat față de punctele cardinale. Direcția și înclinarea se măsoară în teren cu busola geologică (prin mai multe metode).

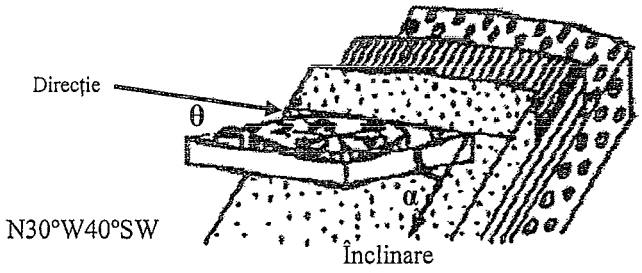


Fig. 1.45. *Direcția și înclinarea stratului.*

Metoda clasică. Pentru măsurarea orientării direcției se așează placa busolei în poziția orizontală cu una din laturile lungi pe strat și se citește mărimea unghiului ascuțit format între nordul de pe cadran și acul busolei și se observă dacă unghiul respectiv se formează spre vestul sau estul înscris pe cadran (fig. 1.45). Pentru măsurarea unghiului înclinării se așează busola în plan vertical cu latura pe linia de cea mai mare pantă a stratului. Se citește diviziunea din dreptul reperului clinometrului. Se observă spre ce punct cardinal înclină stratul. Pentru stratele din figura 1.45, rezultatul măsurătorii se va scrie N30°W40°SW (prima cifră = orientarea direcției, a doua = unghiul de înclinare).

Metoda azimutului direcției. Orientarea direcției stratului se determină așezând busola în plan orizontal cu latura est pe strat și citind numărul de grade înscrise în dreptul capătului nordic al acului magnetic. Înclinarea se măsoară ca la metoda clasică. Sensul înclinării se obține adăugând 90° la azimutul direcției. Rezultatul măsurătorii se va scrie sub forma 150°/40° unde 150° este azimutul direcției, iar 40° este valoarea unghiului de înclinare. Sensul înclinării este dat de valoarea 150° + 90° = 240°.

Metoda azimutului înclinării. Sensul înclinării se determină aşezând busola în plan orizontal cu sudul pe strat şi nordul în sensul înclinării; se citeşte numărul de grade din dreptul capătului nordic al acului magnetic. Azimutul direcţiei se obţine adăugând 90° la azimutul înclinării. Înclinarea se măsoară ca şi la metoda clasică. Rezultatul măsurătorii se va scrie sub forma 240°/40°, unde 240° este azimutul înclinării iar 40° valoarea unghiului de înclinare (α). Direcţia are azimutul 240° + 90° =330° sau 240° – 90° = 150°.

De menţionat că, pentru o citire directă a punctelor cardinale, busola geologică are punctele est şi vest inversate faţă de o busolă geografică obişnuită.

Direcţia şi înclinarea măsurate se trec apoi pe hartă în punctele de determinare (de afloriment) prin semnele convenţionale corespunzătoare. De exemplu semnul 40°/30° reprezintă poziţia stratului cu direcţia N40°E şi înclinarea de 30°. Pe baza poziţiilor de strat trecute pe hartă se trasează limitele cartografice de afloriment (vezi fig. 1.55, 1.57) şi mai departe se construieşte harta geologică.

1.7.1. DETERMINAREA POZIŢIEI STRATELOR DIN STRUCTURI ADÂNCI (ÎNGROPATE)

În cazul stratelor de adâncime, determinarea poziţiei se face printr-o operaţie geofizică numită pandajmetrie (fr. *pendage* = înclinare) sau frecvent, pe baza datelor de adâncime din trei foraje, metodă pe care o vom detalia. Condiţia este ca cele trei foraje să fie necoliniare, să luăm în consideraţie aceeaşi suprafaţă limită de strat în cele trei foraje, despărţite prin falii şi să se cunoască exact cota (C) şi adâncimea de foraj până la suprafaţa limită (H) (fig. 1.46). După cum se vede în figura 1.46, adâncimile H_i în cele trei foraje sunt de valori apropiate şi nu se pot da indicaţii despre înclinarea reală a stratului. Poziţia stratului (în special înclinarea) se poate determina numai dacă se raportează suprafaţa înclinată a stratului la un plan de referinţă orizontal (poate fi nivelul mării, sau alt plan de cotă dată). Deci din datele de adâncime (H) trebuie eliminate diferenţele de nivel topografic (cotele = C), rezultând o adâncime redusă (h_r) cu care se intră în calcul.

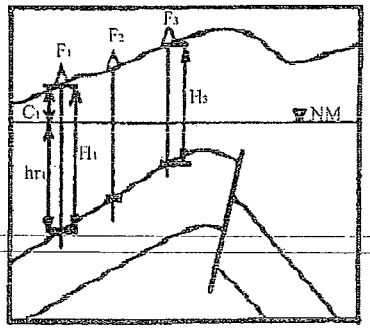


Fig. 1.46. *Secţiune reprezentând poziţia a trei foraje: H – adâncimea până la suprafaţa limită aleasă; C – cota; hr – adâncimea redusă.*

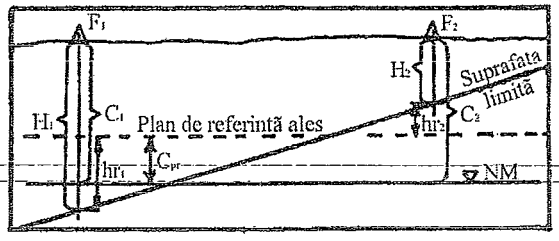


Fig. 1.47. *Secţiune reprezentând interceptarea unei suprafeţe limită de strat de către două foraje: F_1 ($C_1 < H_1$) şi F_2 ($C_2 > H_2$).*

1. Fie un plan de referință orizontal = nivelul mării (∇NM) (fig. 1.47): $h_{r1} = H_1 - C_1$;

$h_{r2} = H_2 - C_2$ (în figură sunt trecute numai adâncimile reduse față de celălalt plan de referință = cel ales).

2. Fie un plan de referință orizontal – un alt plan decât nivelul mării și anume un plan de cotă C_{pr}: $h_{r1} = H_1 - C_1 + C_{pr}$

$$h_{r2} = C_2 - H_2 - C_{pr} \mid \cdot (-1)$$
$$-h_{r2} = H_2 - C_2 + C_{pr}$$

Deci, indiferent de situația în care se află cele trei foraje și de planul de referință ales, adâncimile reduse se pot calcula ușor. Adâncimile reduse calculate pot fi în următoarele cazuri:

I. $h_{r1} = h_{r2} = h_{r3} \Rightarrow$ strat orizontal.

II. $h_{r1} \neq h_{r2} = h_{r3} \Rightarrow$ strat înclinat (două foraje cad pe o aceeași orizontală din strat și al treilea este diferit; deci direcția stratului este identică cu linia ce unește F_2 cu F_3).

III. $h_{r1} \neq h_{r2} \neq h_{r3} \Rightarrow$ strat înclinat oarecare. Cele trei valori pot fi: $h_{r1} < h_{r2} < h_{r3}$.

Având locațiile celor trei foraje (fig. 1.48), înclinare probabilă ar fi de la forajul de adâncime minimă (h_{r1}) către forajul de adâncime maximă (h_{r3}). Direcția probabilă va fi perpendiculară pe ea. Sunt trasate în figură cu linie întreruptă. Cum direcția este o orizontală în strat și am presupus că trece prin F_2, toate forajele care ar pica pe aliniamentul direcției trebuie să aibă aceeași adâncimea redusă (= h_{r2}). Pentru a construi direcția reală trebuie determinată distanța F_1E (unde E = intersecția direcției probabile cu aliniamentul F_1F_3) punând condiția ca punctul E să aibă adâncime redusă $h_{rE} = h_{r2}$.

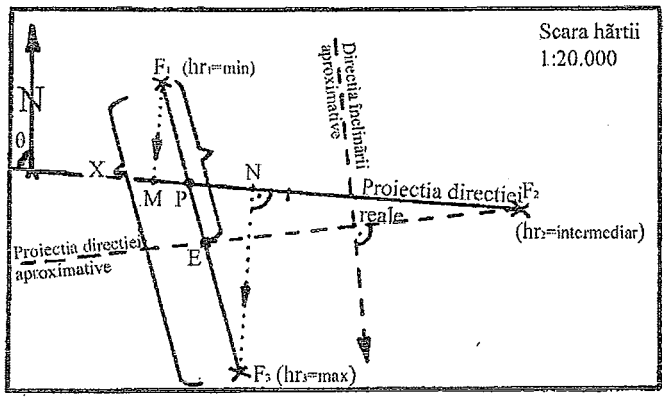


Fig. 1.48. *Fragment de hartă cu locațiile celor trei foraje pe baza cărora se determină poziția stratului.*

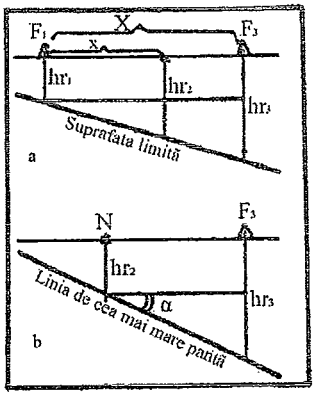


Fig. 1.49. *Secțiuni cu poziția stratului: a – aliniament F_1F_3; b – aliniament NF_3.*

Astfel în figura 1.49.*a*, în triunghiurile formate există relația:

$$\begin{array}{l} X \ldots\ldots\ldots\ldots h_{r3} - h_{r1} \\ \underline{x \ldots\ldots\ldots\ldots h_{r2} - h_{r1}} \end{array}$$

$$x = \frac{h_{r2} - h_{r1}}{h_{r3} - h_{r1}} \cdot X$$

Distanța $F_1F_3 = X$ se măsoară în mm pe hartă. Adâncimile sunt date în metri. Cu valoarea determinată a lui $x = F_1P$ construim direcția reală (F_2P). Aliniamentul înclinării este dat de orice perpendiculară pe direcția (F_1M sau F_3N). Orientarea direcției este dată de unghiul θ dintre aliniamentul direcției şi caroiajul vertical al hărții care de obicei indică nordul. Valoarea înclinării (α) se determină din secțiunea NF_3, (fig. 1.49.*b*):

$$\alpha = \text{arctg}\frac{h_{r3} - h_{r2}}{\overline{NF_3}}.$$

Distanța NF_3 se măsoară pe hartă în milimetri şi pentru a o transforma în metri se înmulțeşte cu numitorul scării hărții.

Tabelul 1

Exemple	I			II			III		
Forajul (*F*)	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Cota foraj (*C*)	704	802	838	785	883	659	758	794	878
Adâncime (*H*)	1000	1700	3200	1200	600	2000	600	410	700
Cota planului de referință (C_{pr})		0			283			384	
Adâncimea redusă (h_r)									
Distanța *X* între $F_1(h_{rmin})$ şi $F_3(h_{rmax})$	500 mm			105 mm			70 mm		
Scara hărții	1 : 10.000			1 : 20.000			1 : 50.000		

2

NOȚIUNI DE CARTOGRAFIE GEOLOGICĂ

Cartografia geologică este ramura geologiei care se ocupă cu întocmirea şi interpretarea hărţilor geologice. Orice hartă geologică are ca suport o hartă topografică.

2.1. HARTA TOPOGRAFICĂ

Harta topografică reprezintă proiecţia în plan orizontal a reliefului unei regiuni. Ea este construită din curbe de nivel (izohipse) care reprezintă proiecţia în plan orizontal a intersecţiei dintre o formă de relief şi plane echidistante orizontale (fig. 2.1). Raportul dintre dimensiunea unitară a unui obiectiv pe hartă şi dimensiunea din teren reprezintă *scara hărţii*. Aceasta poate fi numerică (de exemplu 1 : 20.000) şi se trece întotdeauna sub titlul hărţii sau grafică (fig. 2.1).

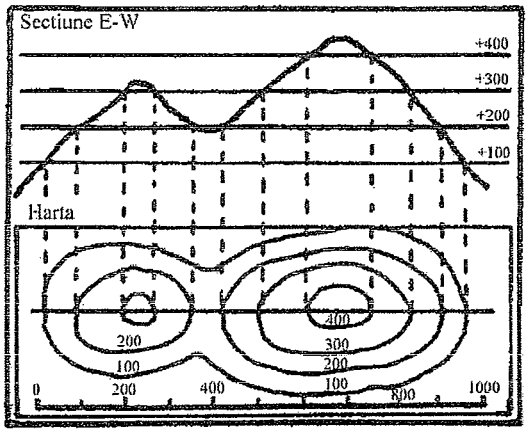


Fig. 2.1. *Secţiune est – vest printr-un deal şi construcţia hărţii topografice.*

2.2. HARTA GEOLOGICĂ

Harta geologică este o hartă topografică pe care se prezintă răspândirea rocilor la suprafaţa pământului grupate după vârstă. Ea reprezintă instrumentul şi scopul cercetărilor geologice. Este un instrument pentru că datele din teren trebuie să fie consemnate pe o bază topografică şi pe baza ei se proiectează noi idei de cercetare, se fixează diverse aplicaţii practice ca lucrări miniere, foraje, baraje, căi ferate, tunele. Este un scop, pentru că exprimă sinteza unui bogat material documentar şi în final evoluţia geologică a unei regiuni.

2.2.1. CLASIFICAREA DUPĂ SCARĂ A HĂRŢILOR GEOLOGICE

Hărţi de sinteză au scara mai mică de 1:1.000.000, cuprind teritorii întinse şi detalii puţine.

Hărţi regionale au scara între 1:1.000.000 şi 1:200.000 şi redau alcătuirea geologică a unei anumite regiuni.

Hărţi de detaliu au scara între 1:200.000 şi 1:20.000 şi redau detaliat geologia unei regiuni. Se întocmesc pe foi care în funcţie de spaţiu pot fi asamblate pentru a reda o regiune mai mare.

Hărţi geologice foarte detaliate au scara mare (mai mare de 1:20.000). Se întocmesc pe planuri topografice şi redau de obicei regiuni cu zăcăminte de substanţe minerale utile.

2.2.2. CLASIFICAREA DUPĂ CONŢINUT A HĂRŢILOR GEOLOGICE

Hărţi geologice propriu-zise reprezintă proiecţia în plan orizontal a tuturor datelor geologice întâlnite pe suprafaţa topografică. Reprezintă de fapt proiecţia în plan orizontal a intersecţiei dintre suprafaţa stratelor cu suprafaţa topografică (relieful). Stratele de o anumită vârstă se reprezintă printr-o anumită culoare (fig. 2.2).

Hărţi geologice speciale redau în amănunt anumite caracteristici geologice, care suprapuse ca semne convenţionale peste o hartă geologică propriu-zisă ar încărca-o prea mult.

Hărţi litologice redau prin haşuri sau semne convenţionale aplicate peste culoare de vârstă, constituţia rocilor.

1) *Hărţi tectonice* redau în plan orizontal proiecţia limitelor dintre unităţile structurale majore (regiuni cutate, platforme, avanfose) ale unei regiuni din suprafaţa pământului. Pentru fiecare unitate structurală majoră se reprezintă anticlinoriile, sinclinoriile, cutele, faliile şi prin izolinii (izobate), poziţia unor orizonturi reper.
2) *Hărţi structurale* redau în plan orizontal, prin izolinii, proprietăţii ale unui singur strat. Pot fi *hărţi cu izobate* (reprezintă poziţia unei limite dintr-o structură, prin linii de egală adâncime faţă de un plan de referinţă = nivelul mării), *hărţi cu izopachite* (reprezintă variaţia grosimii normale a unui strat), *hărţi cu izochore* (reprezintă variaţia grosimii pe verticală a unui strat).
3) *Hărţi geomorfologice* redau principalele tipuri de relief după vârstă şi origine.
4) *Hărţi hidrogeologice* redau prin izolinii, anumite proprietăţi ale unor orizonturi acvifere.
5) *Hărţi ale substanţelor minerale utile* redau substanţele minerale utile cunoscute în limitele unei regiuni.
6) *Hărţi ale Cuaternarului* redau depozitele cuaternare după vârstă, origine, constituţie, depozitele mai vechi nefiind separate.

2.2.3. CULORI, SIMBOLURI, SEMNE CONVENȚIONALE

Sunt date geologice care redau vârsta, constituția și geneza rocilor.

Culorile și nuanțele redau vârsta rocilor sedimentare, tipurile petrografice ale rocilor eruptive și ale rocilor metamorfice. În cazul rocilor sedimentare, vârstele mai vechi ale unei perioade au nuanțe mai închise, vârstele mai noi, nuanțe mai deschise (anexele 1, 3, 4).

Simbolurile (indicii) precizează în plus vârsta și geneza rocilor sedimentare, vârsta și tipurile petrografice la rocile magmatice sau metamorfice. Se utilizează litere (latine, grecești) urmate de indici numerici (cifre arabe) (anexele 1, 3, 4).

Semnele convenționale (hașurile) reprezintă constituția rocilor, elementele tectonice, indicațiile economice. La hărțile monocrome (la negru) semnele convenționale indică atât vârsta cât și constituția rocilor (anexa 5).

2.2.4. ASPECTUL CARTOGRAFIC AL LIMITEI DE AFLORIMENT

a. Aspectul cartografic (pe hartă) al limitei de afloriment în funcție de valoarea unghiului de înclinare (α) al stratului

La strate orizontale, aspectul limitei este similar cu cel al curbelor de nivel, (fig. 2.2.*a*). La strate verticale, aspectul cartografic al limitei de afloriment este de linie dreaptă, (fig. 2.2.*b*). La strate cu înclinare mare aspectul cartografic al limitei de afloriment este o linie curbă cu rază mare de curbură (apropiată de linia dreaptă), iar la strate cu înclinare mică este o linie curbă cu rază mică de curbură, sinuoasă (apropiată de aspectul curbelor de nivel), (fig. 2.2.*c*).

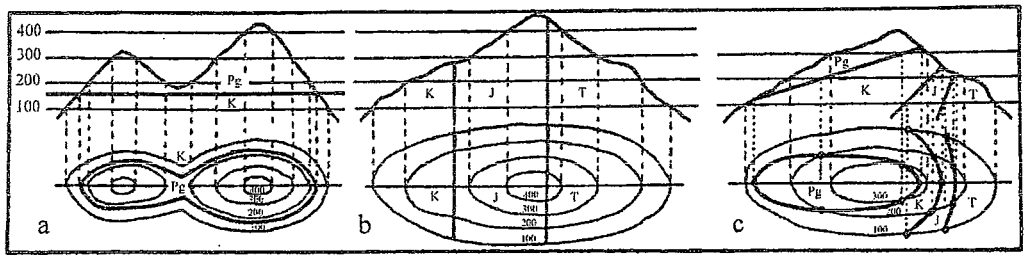


Fig. 2.2. *Aspectul cartografic al limitei de afloriment în funcție de înclinarea stratului: a – strate orizontale; b – strate verticale; c – strate înclinate.*

b. Aspectul cartografic al limitei de afloriment în funcție de relief

1) Relief plat orizontal. Pentru strate verticale limitele cartografice de afloriment sunt linii drepte paralele situate la distanța $d = e_n$ (grosimea normală a stratului), (fig. 2.3.*a*). Pentru strate monoclinale limitele cartografice de afloriment sunt tot linii drepte paralele dar distanța dintre ele variază în funcție de unghiul de înclinare (α) al stratului între valoarea $d = e_n$

pentru $\alpha = 90°$ şi o valoare $d = \frac{e_n}{\sin\alpha}$, cu atât mai mare cu cât α este mai mic (fig. 2.3.*b*). Pentru strate orizontale, planul stratului fiind paralel cu suprafaţa topografică, nu există limite de afloriment (vezi definiţia limitei) în perimetrul hărţii unde se va vedea doar ultimul strat, (fig. 2.3.*c*).

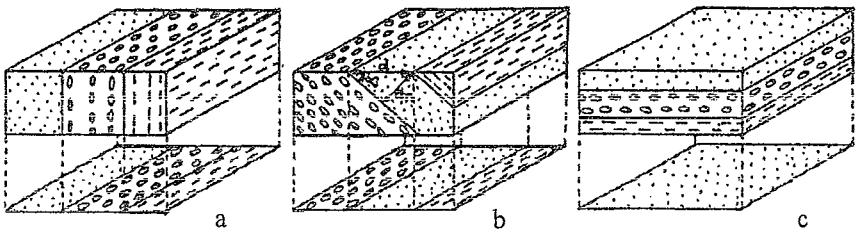


Fig. 2.3. *Aspectul cartografic al limitei de afloriment în relief plat: a – strate verticale; b – strate monoclinale; c – strate orizontale.*

2) Relief variat. Pentru strate verticale limitele cartografice de afloriment sunt linii drepte paralele situate la distanţa $d = e_n$ (grosimea normală a stratului), (fig. 2.4.*a*, 2.5.*a*). Pentru strate orizontale limitele cartografice de afloriment sunt linii sinuoase identice cu curbele de nivel sau paralele cu ele (se obţin asemănător, prin proiecţia în planul hărţii a intersecţiei unor plane paralele orizontale cu suprafaţa topografică), (fig. 2.4.*b*, 2.5.*b*).

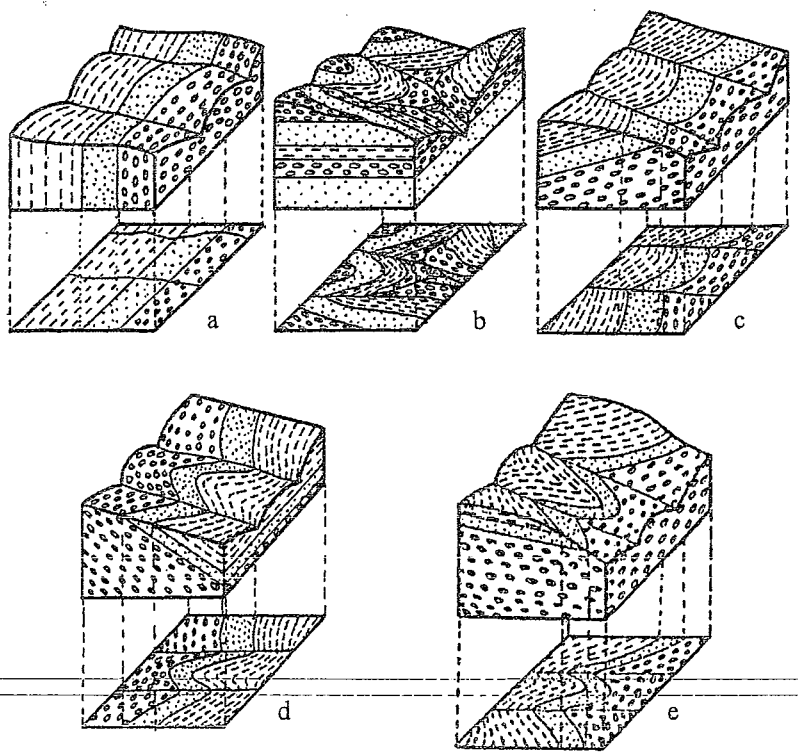


Fig. 2.4. *Intersecţia stratelor cu relieful variat şi aspectul cartografic al limitelor cartografice de afloriment: a – strate verticale; b – strate orizontale ; c – strate înclinate contrar pantei terenului; d – strate înclinate conform pantei terenului ($\alpha > \beta$); e – strate înclinate conform cu panta terenului ($\alpha < \beta$).*

Aspectul cartografic al limitei de afloriment la strate înclinate este de linie sinuoasă care întretaie curbele de nivel, cu atât mai sinuoasă cu cât relieful este mai accidentat şi înclinarea e mai mică şi anume formează curbe lungi pe dealuri şi unghiuri ascuțite (V-uri) pe văi (deoarece văile sunt mult mai înguste decât dealurile).

Vârful V-urilor este îndreptat întotdeauna către stratul acoperitor, când stratul înclină invers decât panta terenului (fig. 2.4.*c*, 2.5.*c*), sau când înclină conform, dar unghiul de înclinare (α) al stratului este mai mare decât unghiul de pantă (β), vârful V-urilor indică sensul de înclinare al stratului. Când stratul înclină conform pantei terenului dar $\alpha < \beta$, vârful V-urilor e în sens opus înclinării stratului, (fig. 2.4.*e*).

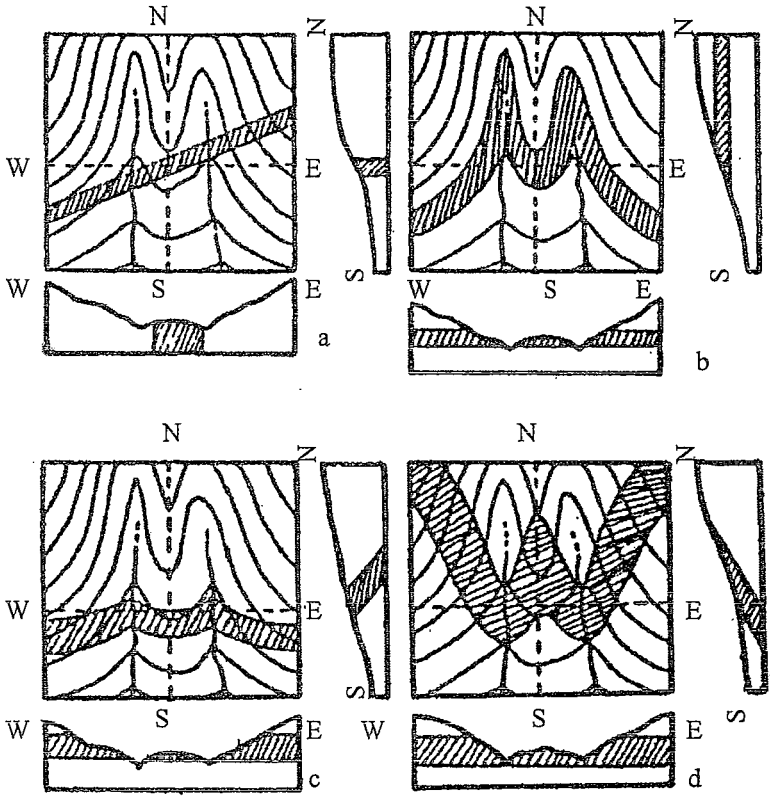


Fig. 2.5. *Aspectul cartografic al suprafeței de afloriment în relief variat pe harta topografică, secțiune N-S (după înclinare) şi secțiune E-W (după direcție): a – strate verticale; b – strate orizontale; c – strate înclinate contrar pantei terenului; d – strate înclinate conform cu panta terenului (α > β).*

2.2.5. CONSTRUCȚIA LIMITELOR CARTOGRAFICE DE AFLORIMENT

Construirea limitei de strat se face pe baza ridicării pozițiilor de strat în punctele de afloriment şi trecerii lor pe harta topografică. Când regiunea este bine deschisă, punctele de limită pot fi măsurate şi trecute pe hartă din aproape în aproape, iar trasarea limitei se face unind aceste puncte. Când regiunea este acoperită pe sectoare mari (de către soluri, aluviuni, deluvii) trasarea limitei cartografice se face prin metode grafice pe baza unor puncte de măsură disparate.

a. Strate orizontale. Pentru construcţia limitei cartografice de afloriment se unesc punctele de afloriment ale aceleiaşi suprafeţe limită de strat orizontal, limita de afloriment urmărind curbele de nivel, (fig. 2.6.*a*).

b. Strate verticale. Din punctul de afloriment în care a fost măsurată poziţia suprafeţei limită a stratului vertical, limita cartografică de afloriment se duce în continuarea direcţiei, ca o linie dreaptă, (fig. 2.6.*b*). Numai în caz de falie sau curbură a stratului puncte de afloriment ale aceleiaşi suprafeţe limită de strat nu vor fi coliniare.

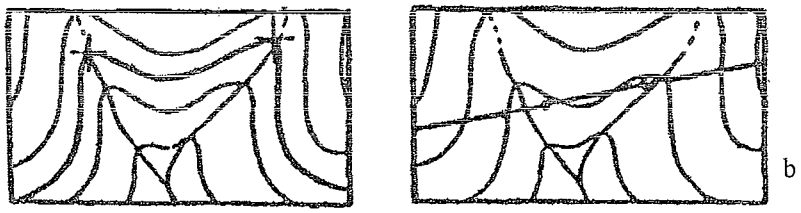


Fig. 2.6. *Construcţia limitei cartografice de afloriment la strate orizontale (a) şi la strate verticale (b).*

c. Strate înclinate. În relief plan construirea limitei de afloriment a stratelor înclinate se face asemănător cu cea a stratelor verticale. Adică din punctele de afloriment se trasează limita ca o linie dreaptă. În relief variat, limita cartografică de afloriment se trasează prin *metoda orizontalelor pe strat* sau *metoda abacei*. Reamintim că limita de afloriment se află la intersecţia suprafeţei topografice cu suprafaţa limită de strat şi că proiecţia ei în plan orizontal al hărţii reprezintă limita cartografică de afloriment (fig. 1.8). Alura suprafeţei topografice este redată de curbe de nivel care sunt intersecţii ale respectivei suprafeţe cu plane echidistante de altitudine diferită (fig. 2.1) proiectate în planul hărţii. Cu aceleaşi plane echidistante, intersectând planul stratului (suprafaţa limită) se obţin linii (direcţii ale stratului) care proiectate în planul orizontal al hărţii apar ca linii drepte paralele (analoage curbelor de nivel) numite *abace* şi care redau alura planului stratului (fig. 2.7).

Când stratul are înclinare mare, abacele vor fi dese (pentru strate verticale distanţa λ dintre ele devine zero) iar când stratul are înclinare mică abacele vor fi rare (pentru strate orizontale distanţa λ dintre ele devine infinită). Conform definiţiei limitei cartografice de afloriment, intersectând curbe de nivel şi abace de aceeaşi valoare (altitudine) se obţin puncte de afloriment al căror loc geometric reprezintă tocmai limita respectivă.

Există trei cazuri ale suprafeţei limită de strat înclinat: a – când stratul are direcţia şi înclinare constantă (suprafaţa limită este plană); b – când direcţia este constantă şi înclinările variabile (suprafaţa limită este semicilindrică – cazul flancurilor de anticlinal şi sinclinal); c – când stratul are direcţii şi înclinări variabile (suprafeţe limită complexe, neregulate).

1) Strate înclinate cu direcţie şi înclinare constantă. Pentru construirea abacelor unei suprafeţe de strat trebuie cunoscută poziţia (direcţia şi înclinarea) unui punct de afloriment de pe această suprafaţa, (fig. 2.8, punctul *A*). Prelungind direcţia stratului se obţine o primă abacă de altitudine egală cu cea a curbei de nivel pe care se află punctul de afloriment

(+260 m). Următoarele abace se vor construi ca linii paralele cu prima, la distanță: $\lambda = \frac{E}{tg\alpha}$ ·scara hărții, (vezi fig. 2.7). Abacele care merg în sensul de înclinare al stratului vor avea valori descrescătoare (240, 220, ...), iar cele care merg în sens opus căderii stratului au valori crescătoare (280, 300, ...).

Abacele pot rezulta exclusiv grafic astfel: pe prima abacă obținută din prelungirea direcției stratului în punctul de afloriment (de altitudine + 260 m) se duce la marginea hărții o perpendiculară numită *linie de bază*. La distanțe (*e*) egale cu echidistanța curbelor de nivel (*E*) redusă la scara hărții (pentru scara 1:10.000 și E = 20 m, e = 2 mm) se duc paralele la linia de bază de-o parte și de alta a ei. Prin punctul de intersecție al liniei de bază cu prelungirea direcției stratului (abaca primă) se trasează o dreaptă oblică care să facă cu linia de bază un unghi egal cu înclinarea stratului ($\alpha = 30°$). Prin punctele de intersecție ale dreptei oblice cu dreptele paralele la linia de bază, se duc paralele la abaca primă. Ele se vor nota cu valori descrescătoare sau crescătoare după cum se află către înclinarea stratului sau opus înclinării. Unind punctele de intersecție dintre abace și curbe de nivel de altitudine egală se obține traseul limitei cartografice de afloriment.

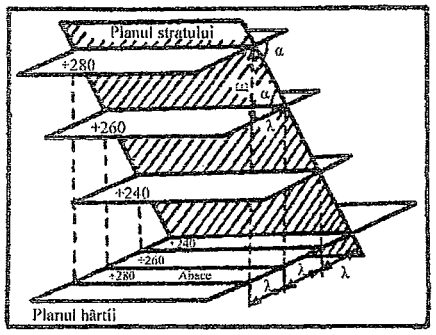


Fig. 2.7. *Obținerea abacelor unei suprafețe limită de strat înclinat: E – echidistanța planelor orizontale; λ – distanța dintre abace.*

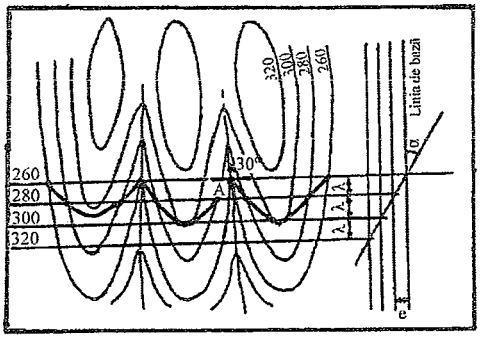


Fig. 2.8. *Construirea limitei cartografice de afloriment prin metoda grafică (a abacei).*

2) Strate înclinate cu direcție constantă și înclinări variabile. Când suprafața limită de strat are formă semicilindrică, abacele vor fi linii paralele dar neechidistante (fig. 2.9). Astfel, la înclinare mare (flancuri de anticlinal și sinclinal) abacele vor fi dese iar la înclinare mică (bolta anticlinalelor sau talpa sinclinalelor) vor fi rare. Pentru aflarea distanței λ dintre abace se va construi mai întâi profilul suprafeței limită de strat: se prelungește direcția suprafeței, măsurată într-un punct și se construiește perpendicular pe o rețea de linii paralele cu distanța (*e*) dintre ele egală cu echidistanța curbelor de nivel (*E*) redusă la scara hărții. Pe această rețea se proiectează înclinările măsurate în diferite puncte de afloriment și se construiește suprafața curbă a limitei. Prin punctele de intersecție dintre linia curbă și rețeaua dreptelor paralele se duc paralele la direcția stratului (abace). Abacele vor avea valori descrescătoare în sensul înclinării stratului pornind de la abaca de cotă cunoscută. Unind punctele de intersecție dintre abace și curbe de nivel de egală altitudine se trasează limita cartografică de afloriment.

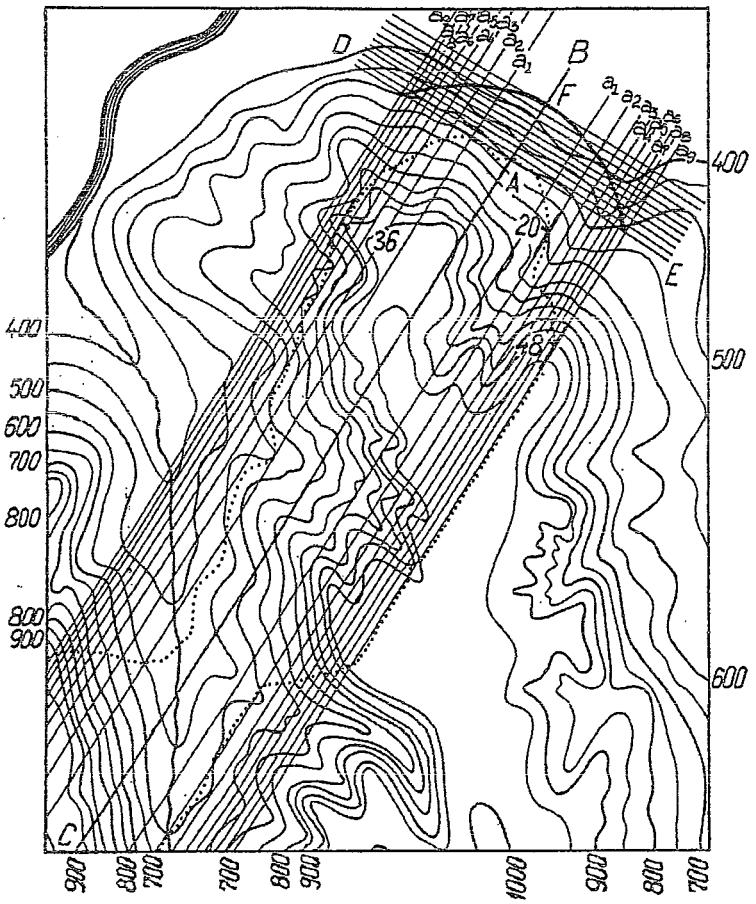


Fig. 2.9. *Construirea limitei cartografice de afloriment într-un sinclinal.*

3) Strate înclinate cu direcţii şi înclinări variabile. Când suprafaţa limită de strat are curbură complexă abacele vor fi linii curbe neparalele, care nu se intersectează între ele (fig. 2.10). Construirea abacelor se face astfel: în diferite puncte (*A*, *B*, *C*) în care s-a determinat poziţia stratului (direcţia şi înclinarea) se duc perpendiculare pe direcţie. Aceste perpendiculare se împart apoi în segmente egale cu distanţa (λ) dintre abace, ($\lambda = \frac{E}{\text{tg}\alpha}$ · scara hărţii), calculată pentru înclinarea fiecărui punct de afloriment. Pe fiecare perpendiculară divizată se notează altitudinile plecând de la cota punctului în care s-a determinat poziţia stratului. Puncte de egală altitudine de pe diferite perpendiculare se unesc într-o linie curbă continuă care este abaca suprafeţei limită. Unind punctele de intersecţie dintre abace şi curbe de nivel de altitudine egală se trasează limita cartografică de afloriment.

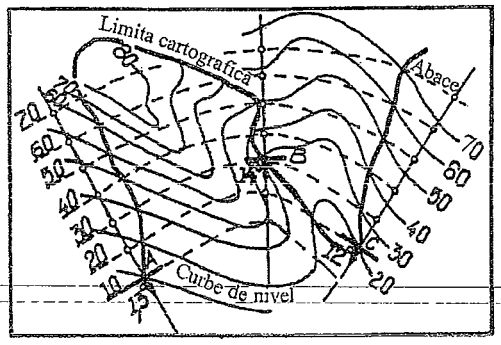


Fig. 2.10. *Construirea limitei cartografice de afloriment când variază atât direcţia cât şi înclinarea stratului.*

d. Aplicații. 1) Determinarea direcției și înclinării unui strat cunoscând mersul limitei lui. Se unesc două puncte de o parte și de alta a unei văi sau a unei culmi, în care limita este intersectată de o curbă de nivel. Dreapta AB obținută, având două puncte de egală altitudine, este o orizontală pe strat (abacă) și reprezintă direcția stratului (fig. 2.11). Pentru a determina înclinarea, dintr-un punct C de cotă cunoscută se coboară perpendiculara CE pe direcție. Din E se măsoară pe direcție segmentul DE egal cu diferența de altitudine dintre punctul C și orizontala AB redusă la scara hărții (50 – 20 = 30 m). Unind punctul D cu C se obține unghiul ECD care reprezintă unghiul de înclinare al stratului și se poate măsura cu raportorul.

2) Determinarea într-un punct oarecare pe hartă a adâncimii la care va fi întâlnită în foraj o suprafață limită cunoscând traseul limitei cartografice (fig. 2.12). Se unesc între ele punctele în care limita intersectează aceeași curbă de nivel de-o parte și de alta a unei culmi, obținându-se astfel abacele suprafeței limită. Se determină altitudinea locației forajului (*P*) prin interpolare între abace. Adâncimea suprafeței limită de strat este dată de diferența între altitudinea locației și cea a suprafeței limită în punctul respectiv.

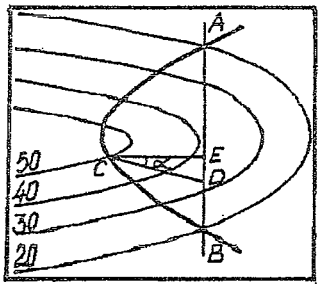


Fig. 2.11. *Determinarea direcției și înclinării după traseul limitei.*

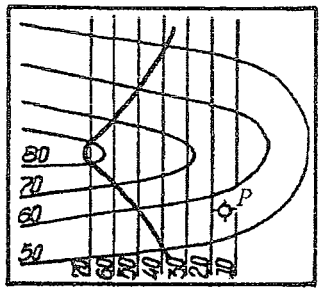


Fig. 2.12. *Determinarea într-un punct P a adâncimii unei suprafețe limită.*

2.3. COLOANA STRATIGRAFICĂ

Coloana stratigrafică este o mică coloană ce însoțește harta geologică, în care prin semne convenționale se indică constituția petrografică și variațiile laterale de grosime și facies ale rocilor de pe teritoriul cuprins în hartă (fig. 2.13) sau constituția rocilor dintr-o locație de sondă. În coloana stratigrafică, rocile sunt divizate conform subdiviziunilor stratigrafice ale hărții și dispuse în ordinea de sedimentare. În stânga coloanei se indică vârsta și scara grafică a grosimilor normale. În dreapta coloanei se indică grosimilor normale ale formațiunilor (subdiviziunilor), denumirile lor locale și descrierea petrografică. În funcție de grosimea totală a rocilor din regiune sau de adâncimea executată sau proiectată a sondei se va alege scara coloanei astfel ca înălțimea ei să nu depășească 40-50 cm (pentru comoditate de lucru). Limitele concordante ale unităților stratigrafice se reprezintă prin linii continue, drepte, iar cele discordante prin linii sinuoase (zimțate).

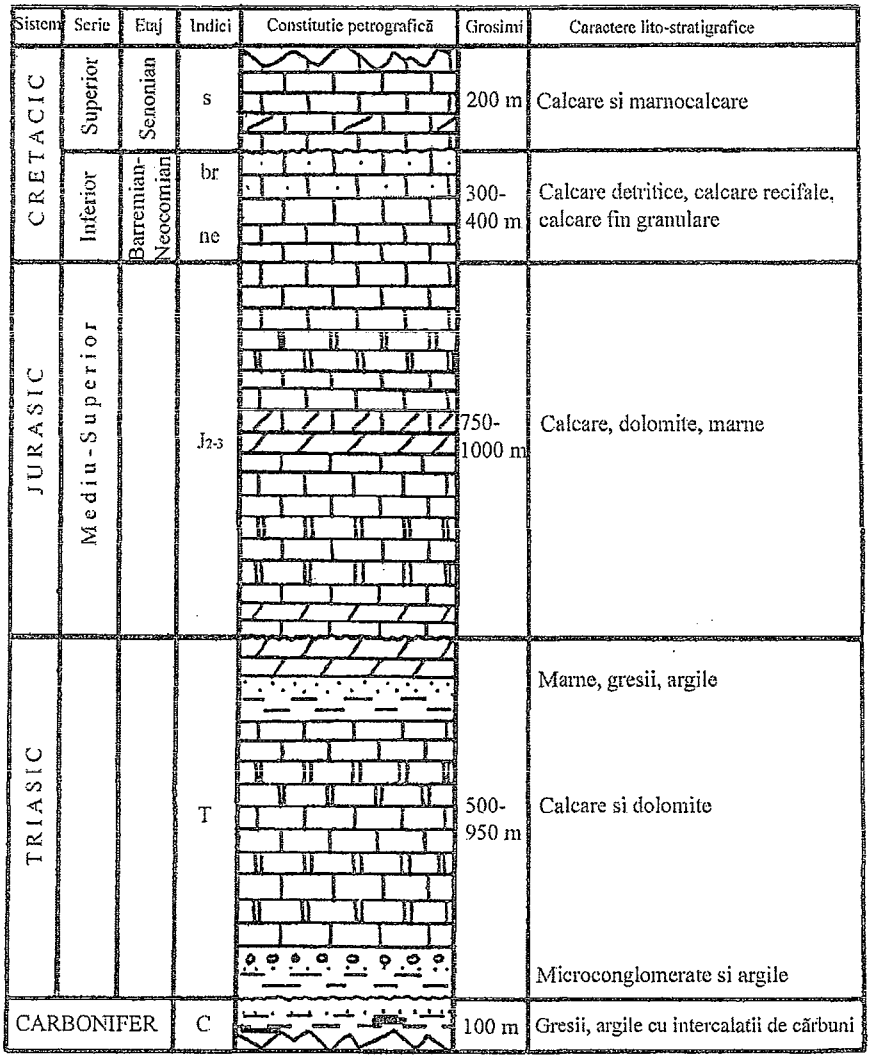


Fig. 2.13. *Coloana stratigrafică a formaţiunilor paleozoic superioare şi mezozoice din Platforma Moesică (după Harta geologică a României, scara 1: 200.000, foaia Ploieşti).*

2.3.1. CONSTRUCŢIA COLOANEI STRATIGRAFICE

În funcţie de hartă sau de sonde învecinate se stabilesc vârstele subdiviziunilor stratigrafice, raporturile de concordanţă sau discordanţă dintre ele şi descrierea litologică medie a fiecărei subdiviziuni. Se calculează grosimile normale ale fiecărei subdiviziuni de pe hartă (pentru strate orizontale ca diferenţa între valori interpolate din curbele de nivel; pentru strate verticale prin măsurători directe ale lăţimii de afloriment; pentru strate înclinate printr-una din formulele de la fig. 1.11) sau grosimile normale medii ale fiecărei subdiviziuni pe baza datelor din sondele învecinate. Se obţine apoi grosimea totală a tuturor subdiviziunilor şi în funcţie de ea se alege scara convenabilă a coloanei. Grosimile normale reduse la scară ale fiecărei formaţiuni se trec în ordinea de sedimentare ca segmente pe o coloană lată de 2-3 cm. Pentru fiecare subdiviziune se scriu, în stânga, vârstele, se colorează segmentul corespunzător, se trec semnele

convenţionale ale rocilor, iar în dreapta se scriu grosimea normală şi descrierea petrografică respectivă. Coloana stratigrafică apare întotdeauna în fişa (comanda) geologo-tehnică a fiecărei sonde.

2.4. SECŢIUNI GEOLOGICE

Secţiunea geologică este reprezentarea pe un plan vertical a poziţiei stratelor unei regiuni, adică este o imagine rezultată după tăierea regiunii după un plan vertical. Scopul ei este de a reprezenta mai clar (pe cale grafică) structura geologică. Secţiunile pot fi reprezentate direct în afloriment (în deschideri naturale mai mult sau mai puţin verticale – caz rar) sau sunt construite prin metode geometrice pe baza datelor de cartare geologică sau pentru structuri de adâncime, pe baza datelor din foraje sau lucrări miniere. Pentru o structură geologică se fac mai multe *secţiuni transversale* (unghiul ω dintre direcţia structurii şi aliniamentul secţiunii este drept), (fig. 2.14, aliniamentele I-I′, II-II′, III-III′), după linia de cea mai mare pantă şi câteva *secţiuni longitudinale*, paralele cu direcţia structurii (ω= 0°), (fig. 2.14, aliniamentul IV-IV′). Pot fi şi *secţiuni oblice* faţă de direcţia structurii.

Traseul secţiunii se alege prin zonele cu cele mai multe date geologice. El poate fi drept sau frânt şi se indică pe hartă prin linii scurte la capetele secţiunii şi în punctele de schimbare a direcţiei, notate cu litere sau cifre latine.

Scara verticală şi orizontală a secţiunii trebuie să corespundă (altfel se schimbă înclinarea stratelor). De obicei coincide cu cea a hărţii. La stratele cu înclinări mici şi grosimi mici se poate exagera scara înălţimilor. De asemenea, dacă scara hărţii este mică. Pe secţiuni se indică scara grafică verticală şi linia de zero metri.

Secţiunile se execută conform schemei stratigrafice a hărţii. De regulă, se desenează cu capătul vestic şi cel nordic spre stânga. Deasupra secţiunii se trec literele ce indică aliniamentul şi orientarea secţiunii, de exemplu în figura 2.15: W – E. De asemenea se trec intersecţiile cu văi, cote, localităţi, ale aliniamentului secţiunii. Ca elemente accesorii apar titlul, scara numerică şi legenda.

2.4.1. CONSTRUCŢIA SECŢIUNII GEOLOGICE

a. Construirea profilului morfologic. În lungul direcţiei alese se construieşte profilul morfologic pe baza hărţii topografice, cu curbe de nivel (izohipse). Pe o hârtie milimetrică se trasează linia orizontală de altitudine zero metri şi faţă de ea, la scara hărţii, se desenează în stânga scara grafică a altitudinii. Pe o bandă de hârtie sau pe partea de sus a hârtiei milimetrice se trec cu liniuţe verticale intersecţiile aliniamentului secţiunii cu curbele de nivel, şi valoarea respectivă a curbelor. De asemenea se mai trec cotele, văile cu denumirile lor. Se prelungesc liniuţele de o anumită valoare până la altitudinea corespunzătoare deasupra liniei de zero. Punctele obţinute se unesc printr-o linie curbă care reprezintă profilul morfologic al secţiunii, (fig. 2.15).

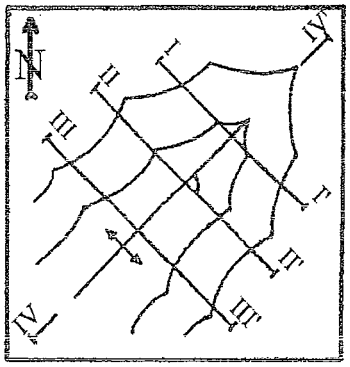


Fig. 2.14. *Alegerea aliniamentelor de secţiune pentru o structură de pe hartă.*

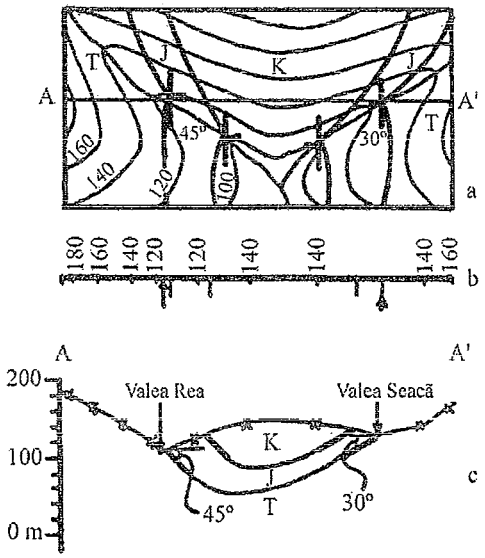


Fig. 2.15. *Construcţia secţiunii geologice: a – hartă geologică; b – banda de hârtie pe care se culeg datele; c – secţiune.*

b. Trecerea datelor geologice pe profil. Printr-un procedeu asemănător celui de la punctul anterior se transpun de pe hartă toate limitele geologice tăiate de linia profilului, poziţiile de strat intersectate de profil (secţiune) sau din vecinătatea profilului şi eventualele falii. Poziţiile de strat aflate în vecinătatea aliniamentului secţiunii se vor proiecta pe această linie astfel: în prelungirea direcţiei, dacă aceasta face un unghi apropiat de 90° cu aliniamentul (fig. 2.16, poziţiile 1 şi 2); în prelungirea înclinării, dacă direcţia este aproape paralelă cu aliniamentul (fig. 2.16, poziţia 5); când direcţia poziţia de strat este oblică faţă de aliniament, poziţia poate fi proiectată după o perpendiculară pe aliniament (fig. 2.16, poziţia 4).

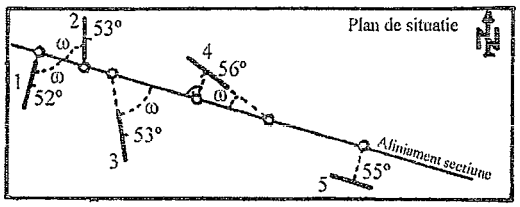


Fig. 2.16. *Proiectarea poziţiilor de strat pe aliniamentul secţiunii.*

Pe profilul geologic o poziţie se reprezintă cu o liniuţă ce formează cu orizontala punctului un unghi egal cu unghiul de înclinare măsurat în afloriment (fig. 2.15). Se poate ca poziţiile aflate la oarecare distanţă de aliniament să aibă altă altitudine decât punctul pe care sunt proiectate (fig. 2.17.*a.*, poziţiile 2 şi 3). În acest caz ele

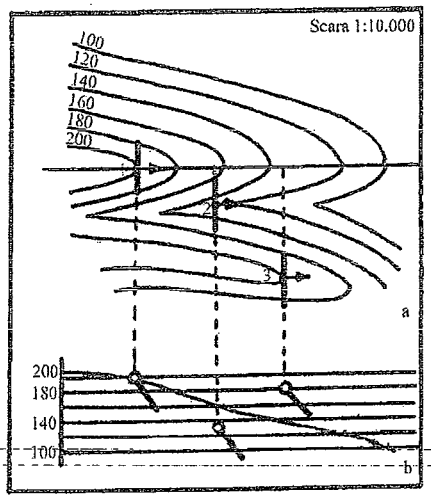


Fig. 2.17. *Transmiterea informaţiei poziţiei de strat pe aliniamentul secţiunii (proiecţia pe direcţie): a – hartă; b – secţiune după aliniament.*

se reprezintă pe secțiune printr-un punct mai gros situat la altitudinea aflorimentului poziției respective: sub (fig. 2.17.*b*. poziția 2) sau deasupra (fig. 2.17.*b*., poziția 3) profilului morfologic. Din acest punct se trasează liniuța ce marchează înclinarea stratului (valabil pentru cazul transmiterii informației poziției de strat pe direcție – fig. 2.17). În cazul transmiterii informației poziției de strat pe înclinare (fig. 2.18) pe distanța de proiecție (*d*) stratul coboară cu Δh. Deci pe profil, din punctul mai gros corespunzător altitudinii poziției inițiale (aflorimentului) se va coborî cu valoarea $\Delta h = d \cdot \text{tg}\alpha$ obținându-se un nou punct, cel real prin care trece stratul. Din acest punct se trasează apoi liniuța ce marchează înclinarea stratului. Pentru poziția 1 din figura 2.18.*a* liniuța este orizontală (fig. 2.18.*b*), (aliniamentul secțiunii fiind paralel cu direcția stratului $\Rightarrow \alpha = 0°$). Pentru poziția 2, oblică față de aliniament, din figura 2.18.*a* înclinarea stratului în secțiune are o valoare intermediară (α') cuprinsă între valoarea maximă $\alpha_2 = 20°$ (după înclinare) și o valoare minimă $\alpha = 0°$ (după direcție), (vezi subcapitolul corectarea înclinărilor).

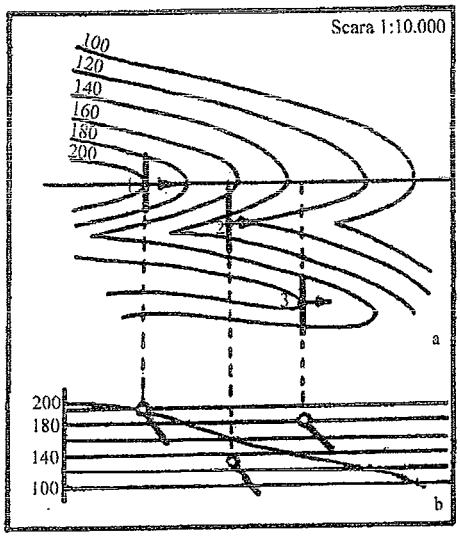
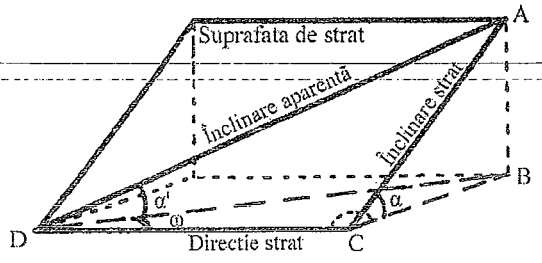


Fig. 2.18. *Transmiterea informației poziției de strat pe aliniamentul secțiunii (proiecția pe înclinare): a – hartă; b – secțiune după aliniament; c – secțiuni pe direcția stratului din poziția 1.*

c. Corectarea înclinărilor. În secțiunile de aliniament perpendicular ($\omega = 90°$) pe direcția stratului (fig. 2.16, poziția 1, fig. 2.17, fig. 2.19 aliniamentul CA) înclinarea măsurată în profil (α) este egală cu cea măsurată în teren (α). În secțiunile de aliniament oblic ($0° < \omega < 90°$) față de direcția stratului (fig. 2.16, pozițiile 3 și 4, fig. 2.18, poziția 2, fig. 2.19, aliniamentul DA), înclinarea aparentă determinată în profil (α') are valoarea intermediară între înclinarea reală (α) de pe aliniament perpendicular și valoarea zero pe aliniament paralel cu direcția (DC). Mărimea unghiului de înclinare aparentă (α') depinde de mărimea unghiului de înclinare reală (α) și de cea a unghiului dintre aliniamentul secțiunii și direcția stratului (ω). Relația dintre ele este: $\text{tg}\alpha' = \text{tg}\alpha \cdot \sin\omega$, determinată din figura 2.19. Astfel pentru cazul poziției 2 din figura 2.18: $\text{tg}\alpha' = \text{tg}20° \cdot \sin30° = 0{,}182 \Rightarrow \alpha' = 10°20'$.



$$\text{în } \Delta ABD: \text{tg}\alpha' = \frac{AB}{BD}$$

$$\text{în } \Delta ABC: AB = BC \cdot \text{tg}\,\alpha$$

$$\text{în } \Delta BCD: BD = \frac{BC}{\sin\omega}$$

$$\text{tg}\alpha' = \text{tg}\alpha \cdot \sin\omega$$

Fig. 2.19. *Demonstrarea formulei de corecție.*

d. Trecerea pe secţiune a datelor privind forajele, puţurile şi galeriile de mină. Datele din foraje, puţuri miniere, galerii de pe aliniamentul secţiunii sau din apropiere se reduc la scară şi se proiectează pe planul secţiunii. Când sunt depărtate de aliniament se proiectează paralel cu direcţiile stratelor. Pe linia forajului, puţului, galeriei se trec limitele stratelor străbătute şi înclinările lor corectate. Corecţia înclinărilor la aliniamentul secţiunii se poate face numai când se cunoaşte direcţia stratelor de adâncime, adică orientarea carotelor. Când nu se cunoaşte orientarea înclinării se trece pe linia forajului înclinările determinate (ca liniuţe spre dreapta şi stânga) considerându-le înclinări aparente maxime când se vor trasa limitele stratelor. Datele din foraj servesc şi la verificarea construcţiei limitelor făcute pe baza datelor de suprafaţă.

e. Trasarea limitelor de strat în adâncime. 1) Strate ce înclină în acelaşi sens dar cu valori de înclinare diferite. Mersul limitei în adâncime se face respectând paralelismul dintre traseul ei şi înclinările măsurate la suprafaţa. În figura 2.20 se prelungeşte în adâncime înclinarea limitei observată în punctul de afloriment 1 până întâlneşte perpendiculara coborâtă din punctul 2. Din punctul de intersecţie se duce o paralelă la linia de înclinare din punctul 2 până întâlneşte perpendiculara coborâtă din punctul 3 şi aşa mai departe. Rezultă o linie frântă cu diferite sectoare paralele cu poziţiile de la suprafaţă. Ulterior, întrucât stratele nu fac unghiuri frânte, se rotunjesc vârfurile liniei frânte rezultând traseul de adâncime al limitei.

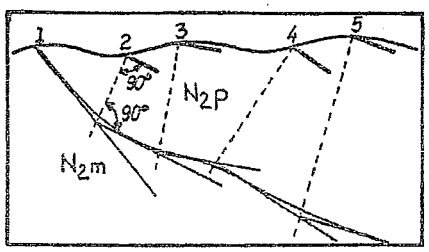


Fig. 2.20. *Construirea traseului limitelor în adâncime la strate înclinate în acelaşi sens.*

2) Strate cutate. Pentru trasarea cu mai multă exactitate a mersului cutelor în adâncime se pot folosi metoda razelor (fig. 2.21). Astfel se ridică perpendiculare pe fiecare linie de înclinare (în punctele *a*, *b*, *c*, *d*, etc.). Din fiecare punct la intersecţia (1, 2, 3, etc.) a două perpendiculare succesive se trasează cu compasul mersul limitelor în cadrul sectorului dintre perpendicularele respective. Se obţine traseul limitelor în ipoteza că stratele au grosimi constante şi că limitele sunt paralele. Unind printr-o linie curbă punctele de frângere bruscă a stratelor din sâmburele anticlinalului se obţine traseul de adâncime al suprafeţei axiale, care evidenţiază asimetria anticlinalului şi schimbarea poziţiei boltei la stratele de adâncime.

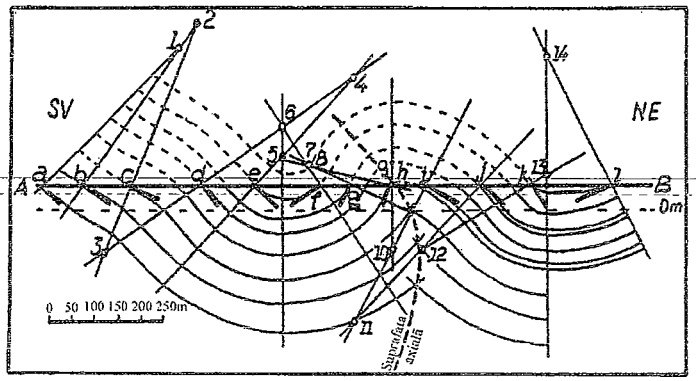


Fig. 2.21. *Construirea traseului limitelor în adâncime la strate cutate.*

Construcţia limitei obţinută geometric, artificial trebuie adaptată în funcţie de alţi factori. Astfel curbura limitelor va fi în conformitate cu stilul tectonic al regiunii: stil alpin – cute strânse, stil de platformă – cute largi; cu caracterul litologic al formaţiunilor determinat din coloana stratigrafică: roci incompetente (argile, marne) – cute strânse, cu rază mică de curbură, roci competente (calcare, gresii dure) – cute largi, cu rază mare de curbură. Pentru secţiunile transversale apropiate de capetele periclinale ale cutelor se urmăreşte aspectul cartografic al închiderii periclinale (fig. 2.22). Dacă terminaţiile periclinale sunt ascuţite şi talpa cutelor în secţiune va fi ascuţită; dacă terminaţiile sunt rotunjite şi talpa cutelor va fi rotunjită. De asemenea, pe lângă înclinarea stratelor din flancuri (fig. 2.23) se poate folosi şi înclinarea axială (plonjul) a structurii. Dacă există variaţie de grosime a unui strat (fig. 2.15.*c*) racordarea flancurilor se face prin trecere treptată. Limita dintre strate aflate în continuitate de sedimentare este o linie continuă ce urmăreşte curbura stratelor; limita stratelor discordante este o linie zimţată.

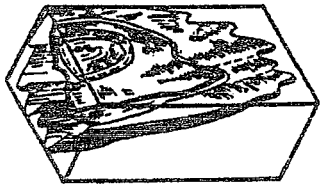


Fig. 2.22. *Aspectul limitei în profil reflectat de aspectul închiderii periclinale pe hartă.*

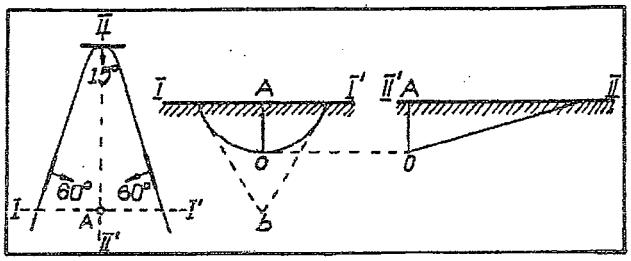


Fig. 2.23. *Construirea profilului geologic în adâncime folosind unghiul de coborâre axială (plonj).*

f. Controlul şi coordonarea unei serii de secţiuni. Controlul se face comparând adâncimile limitelor din secţiuni transversale şi longitudinale în punctele lor de intersecţie sau construind o hartă cu izobate a unei suprafeţe limită importante (vezi fig. 2.24). Dacă izobatele sunt neregulate, cu ondulaţii bruşte se vor corecta (se pun falii, fig. 2.31) şi în funcţie de ele se va face şi corecţia secţiunilor. Secţiunile se vor desena pe o planşă sub formă de culise cu cea mai nordică sau estică sus. Astfel se poate observa continuitatea unui element tectonic (fie un anticlinal) pe toată seria de secţiuni.

2.5. STRUCTURI CUTATE REPREZENTATE PE HĂRŢI STRUCTURALE

2.5.1. HĂRŢI CU IZOBATE

(gr. *izo* = aceeaşi, *bathis* = adâncime)

Hărţile cu izobate sunt hărţi care reprezintă forma, dimensiunile sau alte elemente ale unei suprafeţe structurale (suprafaţă limită de strat, suprafaţă de discordanţă, suprafaţă de falie) prin linii de egală adâncime faţă de un plan de referinţă orizontal. Izobatele sunt deci proiecţiile liniilor de intersecţie între suprafaţa structurală şi plane orizontale echidistante. Pentru construirea hărţilor cu izobate se alege suprafaţa reper ce trebuie

reprezentată, planul de referinţă şi distanţa pe verticală dintre izobate. Suprafaţa reper aleasă trebuie să fie caracteristică şi uşor determinabilă pe toată structura geologică. Ea poate fi o limită (N_2p/N_2m), un strat de nisip caracteristic, de marnă, de argilă, calcar, gresie dură, cărbune, tuf vulcanic, ce poate fi precis determinat în toate profilele. Când se aleg mai multe suprafeţe reper pe aceeaşi structură, izobatele fiecăreia se desenează în culori diferite. Plan de referinţă se alege de obicei nivelul mării.

Planele echidistante de deasupra planului de referinţă se notează cu plus (+), iar izoliniile corespunzătoare se numesc *izohipse* (fig. 2.24.*a*); cele de sub planul de referinţă se notează cu minus (-), iar izoliniile corespunzătoare se numesc *izobate* (fig. 2.24.*b*). Când suprafaţa structurală are o porţiune deasupra nivelului mării şi alta dedesubt se alege un plan de referinţă (de cotă cunoscută) deasupra sau dedesubtul acestui nivel pentru a se lucra cu izobate de un singur semn (fie negative, fie pozitive) (fig. 2.24.*c*). Pe hartă se va specifica cota planului de referinţă ales.

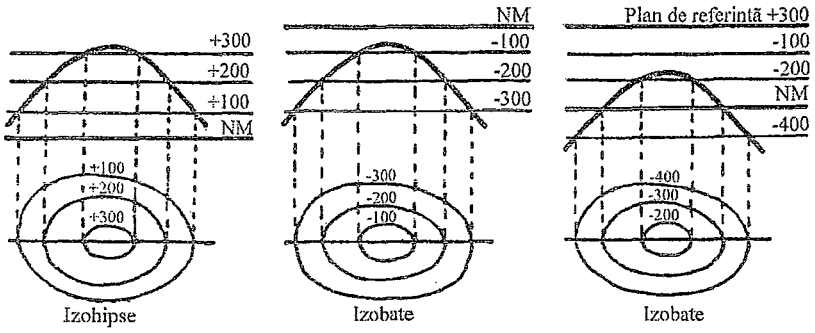


Fig. 2.24. *Alegerea planului de referinţă.*

Echidistanţa (distanţa pe verticală între două izobate succesive) se alege în funcţie de panta suprafeţei structurale (fig. 2.25), de gradul de încărcare al hărţii (grad mare de încărcare – echidistanţă mare), de scara hărţii (scară mare – echidistanţă mică şi invers) şi de scopul ei. Construirea izobatelor se poate face grafic pe baza datelor de cartare geologică, a secţiunilor obţinute din date de foraj sau prin interpolarea datelor de foraj între grupuri de câte două sau trei locaţii apropiate cunoscute pe hartă.

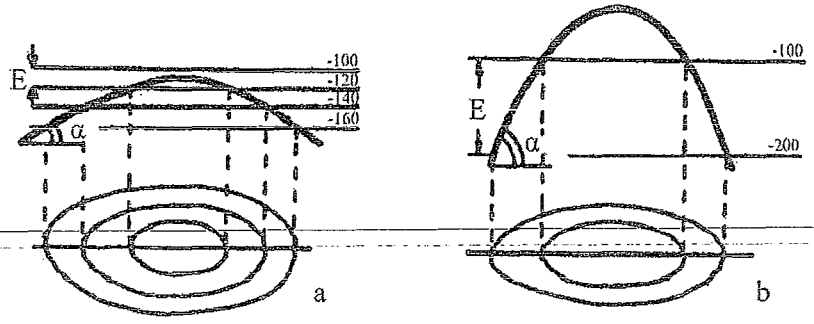


Fig. 2.25. *Alegerea echidistanţei (E) dintre plane: a– înclinare (α) mică = echidistanţă mică; b – înclinare mare = echidistanţă mare.*

a. Construirea izobatelor pe baza datelor de cartare geologică. Se întocmește harta geologică a regiunii și pe baza ei se construiesc mai multe profile geologice transversale pe direcția cutei, precum și un profil longitudinal (fig. 2.26.*a*,*b*). Prin intersectarea uneia din suprafețele structurale (limita N_2m/N_2p) ale unui profil (II-II') cu plane echidistante se obțin o serie de puncte care ulterior vor fi transpuse pe aliniamentul respectiv (II-II') pe harta cu izobate (fig. 2.26.*c*). La fel se obțin puncte de diverse valori de adâncime pe aliniamentele I-I' și III-III'. Din unirea punctelor de egală valoare rezultă izobatele.

b. Construirea izobatelor pe baza secțiunilor geologice obținute din foraj. Având mai multe aliniamente de foraje pe o hartă, se întocmește pentru fiecare din ele secțiunea geologică cu stratul reper (N_2m/N_2p). Intersecțiile stratului reper cu planele echidistante de diverse adâncimi se proiectează pe marginea de jos a secțiunii însemnându-se cu liniuțe. Suprapunând această margine cu aliniamentul respectiv de pe hartă se transpun pe el punctele de adâncime diferită. Aceeași operație se face pentru fiecare aliniament de foraje. Ulterior, se unesc printr-o linie punctele de egală valoare, obținându-se izobatele (fig. 2.27).

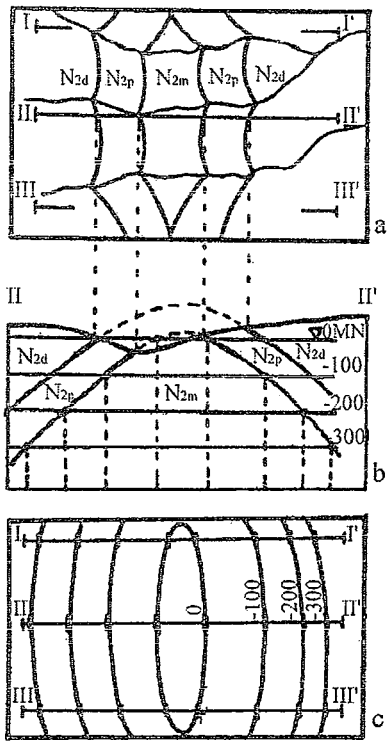


Fig. 2.26. *Construirea izobatelor pe baza datelor de cartare geologică: a – hartă geologică; b – secțiune; c – hartă cu izobate la limita N_2m/N_2p.*

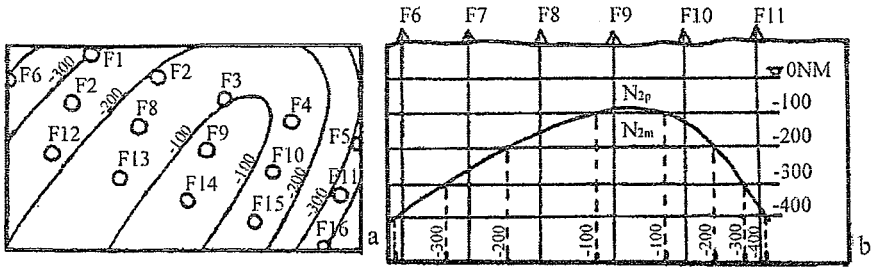


Fig. 2.27. *Construirea izobatelor pe baza secțiunilor geologice obținute din date de foraj: a – harta cu aliniamentele forajelor și construirea izobatelor; b – secțiuni geologice.*

c. Construirea izobatelor prin interpolarea datelor de adâncime între foraje apropiate. Pe harta cu toate locațiile sondelor (fig. 2.28.*b*), se trece în dreptul numărului fiecărei sonde adâncimea H la care se întâlnește suprafața reper aleasă și cota locației C (fig. 2.28.*a*). Se calculează valoarea izobatei stratului reper (hr) pentru fiecare sondă după relația: $hr = H - C$ și se trece pe hartă cu semnul minus (suprafața reper fiind sub planul de referință). Se alege echidistanța $E = 100$ m.

Construcţia izobatelor se face pe grupuri de câte trei sonde şi se merge din aproape în aproape. Fie un grup de trei sonde A, B, C de valori izobatice (*hr*): –125, – 560, – 682 determinate de la suprafaţa reper = limita Meoţian/Ponţian. Suprafaţa limită înclină de la A către B şi C. Distanţele dintre sonde, măsurate în plan sunt: $\overline{AB} = 420m$; $\overline{AC} = 312m$; $\overline{BC} = 360m$.

Diferenţa izobatică între A şi B este: 560 – 125 = 435m; între A şi C: 682 – 125 = 557m; între B şi C: 682 – 560 = 122m. Pentru a afla locul prin care izobatele de – 200, – 300, – 400, – 500, – 600, intersectează aliniamentul AC, iar izobata de – 600 intersectează aliniamentul BC, se reprezintă secţiuni după aliniamentele respective.

Pentru aliniamentul AB (fig. 2.28.*c*) se obţine un triunghi dreptunghic ABB′ în care aliniamentul AB se află la cota (planul orizontal) d_e – 125, iar B′ la cota (planul orizontal) d_e – 560. Pornind din B′ către B, la 60m diferenţa de nivel trece planul orizontal de – 500 care intersectează suprafaţa reper AB′ determinând un mic triunghi de catete x_1 şi 60m, asemenea cu triunghiul ABB′. Ştiind că AB = 420m şi BB′ = 560 – 125 = 435m, se poate scrie:

$$\frac{x_1}{420} = \frac{60}{435} \Rightarrow x_1 = \frac{420 \cdot 60}{435} = 57{,}9\text{m}.$$

Această valoare se măsoară pe hartă după aliniamentul AB începând din B, obţinându-se un punct prin care trece izobata de – 500. Asemănător, planul orizontal de – 400 determină în secţiune un triunghi de catete x_2 şi 160m asemenea cu triunghiul ABB′. Se scrie relaţia:

$$\frac{x_2}{420} = \frac{160}{435} \Rightarrow x_2 = \frac{420 \cdot 160}{435} = 154{,}5\text{m}.$$

Această valoare se măsoară pe hartă după aliniamentul AB începând din B. Asemănător se determină şi se măsoară din B celelalte puncte prin care trec izobatele de – 300 (x_3 = 251m) şi – 400 (x_4 = 347,6m).

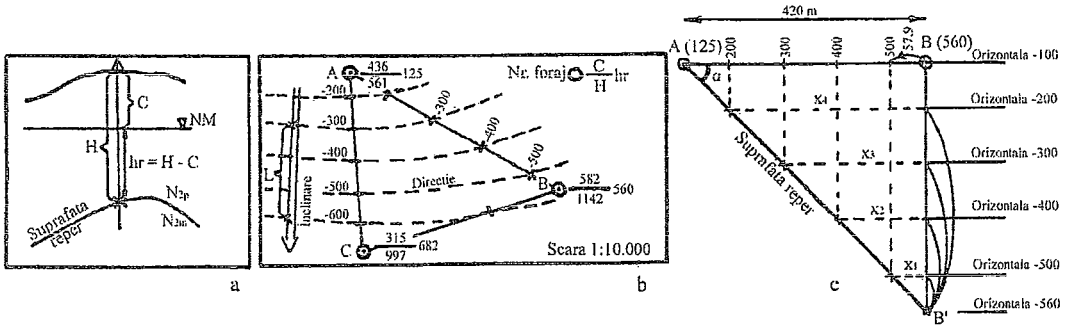


Fig. 2.28. *Construirea izobatelor prin interpolarea datelor de foraj: a – secţiune cu elementele de calcul; b – harta cu izobate; c – secţiune arătând obţinerea punctelor de interpolare.*

Mai uşor, raportul triunghiurilor asemenea se poate reduce la o regulă de trei simplă, fără a mai fi necesară reprezentarea în secţiune (fig. 2.28.*c*), şi anume:

Distanța între foraje AB = 420 m.....diferența izobatică AB = 435 m
Distanța de la B la izobata x_1 = 500 m.....diferența izobatică între B și prima izobată = 60 m

$$x_1 = \frac{420 \cdot 60}{435} = 57{,}9\text{m}$$

Pentru aliniamentul AC știind că distanța AC = 312 m, iar diferența izobatică între A și C este 557 m se poate scrie:

312m.....557m
x_1.....82m

$$x_1 = \frac{312 \cdot 82}{557} = 45{,}93\text{m}$$

312m.....557m
x_2.....182m

$$x_2 = \frac{312 \cdot 182}{557} = 101{,}94\text{m}$$

312m.....557m
x_3.....282m

$$x_3 = \frac{312 \cdot 282}{557} = 157{,}9\text{m}$$

312m.....557m
x_4.....382m

$$x_4 = \frac{312 \cdot 382}{557} = 213{,}97\text{m}$$

312m.....557m
x_5.....482m

$$x_5 = \frac{312 \cdot 482}{557} = 269{,}98\text{m}$$

Distanțele $x_{1\text{-}5}$ se măsoară din punctul C obținându-se puncte prin care trec izobatele de – 600, – 500, – 400, – 300, – 200. Pe aliniamentul BC se poate scrie:

360m.....122m
x_1.....82m

$$x_1 = \frac{360 \cdot 82}{122} = 24{,}19\text{m}$$

distanță care se măsoară din *C* și determină punctul prin care trece izobata de – 600. Apoi, unind punctele de egală valoare, se trasează izobatele structurii. Direcția suprafeței structurale reper este direcția izobatelor iar înclinarea, perpendiculară pe izobate, are sensul de la izobata de valoare mică către cea de valoare mare. Valoarea înclinării se determină din relația:

$$\alpha = \frac{\Delta h_r}{L \cdot 10 \cdot 100}$$

(Adâncimile izobatice h_r sunt în metri, iar distanța L a fost măsurată în milimetri pe hartă, de aceea se înmulțește cu numitorul scării hărții).

d. Importanța hărților cu izobate. Hărțile cu izobate pot reda forma unor cute ascunse (ce nu apar pe o hartă geologică) acoperite discordant de strate orizontale; dând o imagine reliefului structural al cutelor ajută la orientarea lucrărilor de explorare și exploatare a hidrocarburilor sau a altor substanțe minerale utile legate de rocile sedimentare; pe baza lor se poate calcula adâncimea orizontului reper în orice punct al hărții ca diferență între cota punctului și valoarea sa izobatică; servesc la calculul rezervelor de hidrocarburi.

2.5.2. HĂRŢI CU IZOPACHITE

Hărţile cu izopachite reprezintă variaţia în suprafaţă a grosimii normale (e_n) a unui strat. Izopachitele (gr. *pachis* = grosime) sunt linii ce unesc puncte de egală grosime normală a unui strat. Harta cu izopachite a unui strat se poate construi prin interpolarea datelor de grosime normală (vezi fig. 1.11.*c*) determinate în foraje apropiate. Grosimile normale se înscriu în dreptul locaţiilor de foraj de pe hartă (fig. 2.29) şi pe aliniamentul ce uneşte două locaţii apropiate se determină prin interpolare punctele de grosime corespunzătoare locaţiei alese.

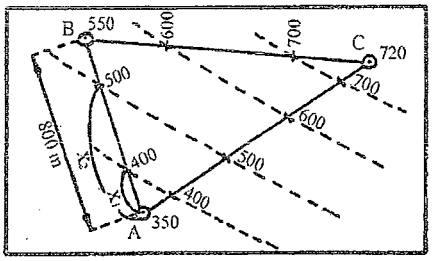


Fig. 2.29. *Construirea izopachitelor pe baza datelor de foraj.*

Astfel, în figura 2.29 pentru echidistanţa E = 100m între forajele A de grosime normală 350m şi C de grosime normală 720 m se află punctele de grosime 400, 500, 600, 700; între A şi B de grosime 550m se află punctele de grosime 400 şi 500; între B şi C se află punctele de grosime 600 şi 700. Distanţa x_1 de la o locaţie A până la punctele de interpolare, de exemplu punctul de grosime 400m, se află printr-o regulă de trei simplă:

distanţa AB = 800m.....diferenţa de grosime A, B = 550 – 350 = 200m
x_1.....diferenţa de grosime A, punct = 400 – 350 = 50m

$$x_1 = \frac{800 \cdot 50}{200} = 200\text{m}.$$

Pentru al doilea punct de grosime 500 m situat la distanţa x_2 de A se poate scrie:

distanţa AB = 800m.....diferenţa de grosime A, B = 550 – 350 = 200m
x_2.....diferenţa A, punct = 500 – 350 = 150m

$$x_2 = \frac{800 \cdot 150}{200} = 600\text{m}.$$

Asemănător se face calculul pentru celelalte aliniamente, obţinându-se mai multe puncte. Unind punctele de egală valoare se trasează izopachitele. Importanţa izopachitelor constă în faptul că dau o imagine a variaţiei grosimii normale a unui strat servind la calculul volumului stratului şi astfel la calculul rezervelor de substanţe minerale utile.

2.5.3. HĂRŢI CU IZOCHORE

Hărţile cu izochore reprezintă variaţia în suprafaţă a grosimii pe verticală a unui strat. Se construiesc ca şi hărţile cu izopachite, prin interpolarea datelor de grosime pe verticală determinate în foraje apropiate. Un alt mod de construcţie rezultă din figura 2.30.*a*. Se vede că într-un punct oarecare pe hartă, grosimea pe verticală (în foraj) (e_v) a unui strat este

diferența dintre adâncimea izobatică la culcuș (hr_1) și adâncimea izobatică la acoperiș (hr_2). Cum pentru un perimetru dat variația adâncimii izobatice a culcușului este dată de pe harta cu izobate la culcuș strat, iar variația adâncimii izobatice a acoperișului stratului este dată de pe harta cu izobate la acoperiș, suprapunând aceste două hărți, în punctele de intersecție, diferența de valoare a adâncimii izobatice $hr_1 - hr_2$ reprezintă grosimea pe verticală (e_v). Prin unirea punctelor de egală valoare a grosimii pe verticală se obțin izochorele care descriu variația grosimii pe verticală (fig. 2.30.*b*).

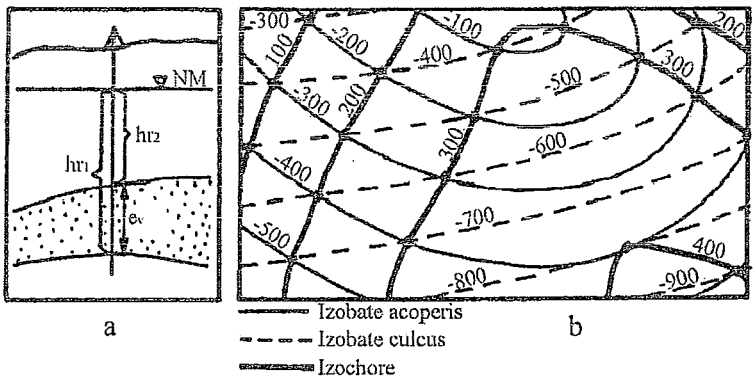


Fig. 2.30. *Construcția hărții cu izochore: a – secțiune cu elementele ce determină grosimea verticală într-un foraj vertical; b – harta.*

Pentru strate cu înclinare mică (strate de cărbuni, hidrogeologice), grosimea pe verticală se poate asimila cu grosimea normală, harta cu izochore devenind identică cu harta cu izopachite. Pe baza ei se calculează volumul stratului, servind astfel la calculul rezervelor de substanțe minerale utile.

2.5.4. STRUCTURI FALIATE REPREZENTATE PE HĂRȚI STRUCTURALE

Hărțile structurale permit nu numai reprezentarea prin izobate a unui orizont reper ci și faliile ce îl afectează. Faliile se proiectează pe harta structurală ca linii ce întrerup mersul izobatelor. Din construcția hărții cu izobate, se poate ca uneori direcția izobatelor pe structură să sufere la un moment dat o inflexiune după care să revină la poziția inițială. Se presupune atunci că există o falie transversală pe structură (fig. 2.31). Dacă se constată că izobatele devin anormal de dese, acest lucru se poate datora unei falii longitudinale (paralelă cu direcția izobatelor).

Fig. 2.31. *Traseul unei falii pe o hartă cu izobate.*

a) Falia verticală transversală pe o structură cutată se proiectează ca o linie dreaptă ce întrerupe mersul izobatelor, determinând o deplasare a acestora în sensul înclinării stratelor în compartimentul ridicat (fig. 2.32.*a*). Săritura faliei este reprezentată prin diferența dintre valoarea a

două izobate ce se află una în prelungirea celeilalte de o parte şi de alta a faliei (în fig. 2.32.*a*, săritura = 700 – 500 = 200 m).

b) Falia înclinată normală transversală pe o structură cutată se reprezintă pe harta cu izobate prin două linii curbe, prima reprezentând intersecţia orizontului reper cu planul faliei în compartimentul ridicat (fig. 2.32.*b*, AB) iar cea de a doua în compartimentul coborât (fig. 2.32.*b*, CD). Distanţa dintre cele două linii ale faliei reprezintă săritura orizontală a faliei. Pe suprafaţa dintre aceste două linii orizontul reper lipseşte deci nu se pot construi izobatele lui.

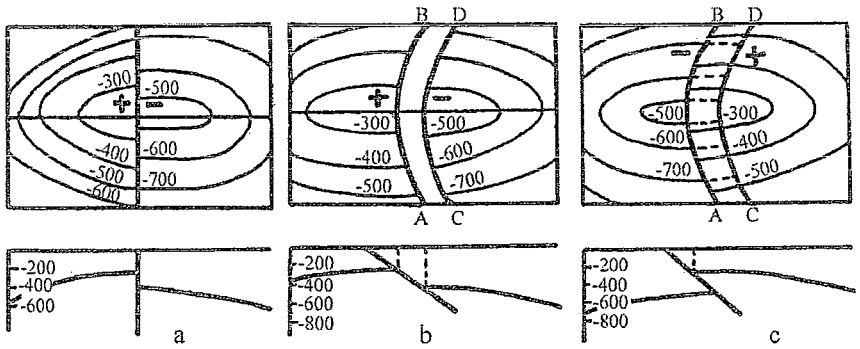


Fig. 2.32. *Reprezentarea faliilor pe harta cu izobate (sus) şi în secţiune (jos): a – falie verticală; b – falie înclinată normală; c – falie înclinată inversă.*

c) Falia înclinată inversă transversală pe o structură cutată se reprezintă pe hartă asemănător cazului anterior, prin două linii de intersecţie a orizontului reper cu planul faliei în compartimentul ridicat (fig. 2.32.*c*, CD) şi în cel coborât (fig. 2.32.*c*, AB). În acest caz distanţa dintre liniile faliei reprezintă *acoperirea faliei.* Pe suprafaţa dintre cele două linii orizontul reper se află atât deasupra cât şi sub planul de falie încât un foraj vertical plasat în zonă l-ar întâlni de două ori. În zona de acoperire se reprezintă atât izobatele compartimentului ridicat (linii continue) cât şi ale compartimentului coborât (linii întrerupte).

3

PALEONTOLOGIE

3.1. DEFINIȚIE, SISTEMATICĂ, IMPORTANȚĂ

Definiție. Paleontologia (gr. *palaios* = vechi, *ontos* = viață, *logos* = vorbire) este știința care se ocupă cu studiul, clasificarea, descrierea viețuitoarelor din trecutul geologic al Pământului. Ele au alcătuit biosfera din trecut, ne sunt cunoscute prin resturile și urmele lor păstrate sub diferite forme în rocile sedimentare și sunt numite *fosile* (lat. *fossus* = scos din pământ, *fossilis* = dezgropat). Fosilele ca și viețuitoarele actuale sunt sistematizate (clasificate) prin gruparea indivizilor înrudiți în categorii ierarhice. Știința clasificării, sistematica = taxonomia (gr. *taxis* = aranjare, *nomos* = lege), se bazează pe cercetări de morfologie comparată, de embriologie paleontologie care arată legăturile de înrudire (filogenetice) dintre organisme. (Se grupează indivizii de origine comună). Ierarhia taxonomică cuprinde următoarele categorii: super-regn, regn, subregn, încrengătură (*phylum*), subîncrengătură, supraclasă, clasă, subclasă, infraclasă, cohortă, supraordin, ordin, subordin, suprafamilie, familie, subfamilie, trib, gen, subgen, specie.

Specia. Unitate taxonomică fundamentală, reprezintă o comunitate de indivizi unitari sub aspect fiziologic, capabili de autoreproducere în cadrul unei serii de generații și atât de asemănători încât pot fi denumiți cu același nume. Specia este desemnată prin două cuvinte de origine greacă sau latină, primul reprezentând genul (ex. specia *Ursus spelaeus*, genul *Ursus*, familia *Ursidae*, ordinul *Carnivora*, clasa *Mammalia*, încrengătura *Chordata*, regnul animal).

Importanță. 1) Paleontologia ajută sistematica animală și vegetală actuală stabilind lanțul de strămoși care au trăit în decursul epocilor geologice și gradul de înrudire al acestora cu formele actuale, completând golurile dintre categorii taxonomice cu forme intermediare cunoscute din trecut (ex. genul *Ichthyostega*, batracian cu caractere de pește; genul *Seymouria*, asemănător cu amfibieni dar și cu reptilele permiene; genul *Archaeopterix* cu caractere aviene și reptiliene).

2) Paleontologia aduce fapte și argumente în sprijinul evoluției organismelor, a continuității vieții, a trecerii de la forme simple la complexe.

3) Paleontologia permite stratigrafiei ca, pe baza evoluției organismelor fosile, să stabilească vârsta relativă a stratelor sedimentare și condițiile fizico-chimice-biologice în care a avut loc sedimentarea și apoi, pe baza principiilor continuității, superpoziției să reconstituie diversele fenomene geologice din trecut. Pe baza evoluției organismelor, a apariției

unor grupe şi dispariţiei altora, a modificărilor constante suferite de fostele vieţuitoare precum şi pe baza fenomenelor geologice ce au avut loc, timpul geologic a fost împărţit în subdiviziuni geocronologice cărora le corespund subdiviziuni de spaţiu, cronostratigrafice: Eon – Eonothem; Eră – Erathem (Grupă); Perioadă – Sistem; Epocă – Serie; Vârstă – Etaj; Cron – Cronozonă.

După importanţa lor stratigrafică s-au separat mai multe categorii de fosile.

1. Fosile caracteristice (conducătoare). Acestea provin de la organisme care au avut o existenţă scurtă şi o arie de răspândire mare sau de la organisme care, deşi au avut o viaţă lungă (depăşind chiar erele), au suferit în timp modificări evolutive constante şi caracteristice ca urmare a adaptării la mediul în continuă schimbare. Exemplu: graptoliţii (Silurian); amoniţii (Mezozoic); numuliţii (Paleogen); mamiferele (Neozoic). Sunt cele mai importante pentru stratigrafie.

2. Fosile de facies. Acestea provin de la organisme legate în dezvoltarea lor de anumite condiţii climatice, geografice, sedimentologice, indiferent de timp şi spaţiu. Exemplu: coralii coloniali (trăiesc în mări calde – 22°, puţin adânci, cu salinitate normală, cu ape agitate, aerate); ostreidele (trăiesc în zona litorală); limnocardiidele (trăiesc în facies salmastru); radiolarii (trăiesc în ape reci). Fosilele de facies sunt importante pentru interpretări paleontologice, condiţii de sedimentare, adâncimea mării.

3. Fosile relicte. Acestea sunt organisme vii foarte rare în faunele actuale care trec aproape neschimbate de-a lungul a sute de milioane de ani. Ele au o importanţă crucială în înţelegerea şi reconstituirea părţii moi a grupelor înrudite dispărute (*Nautilus*, *Neopilina*, *Rhabdopleura*). Fosilele relicte au deci o rată a evoluţiei foarte lentă.

3.2. FOSILIZAREA. MODURI DE FOSILIZARE

Fosilizarea reprezintă totalitatea transformărilor fizico-chimice (abiotice) şi biologice (biotice) care au intervenit după moartea organismului şi datorită cărora organismul s-a putut păstra în depozitele sedimentare. Condiţiile producerii fosilizării sunt scoaterea organismului de sub contactul cu aerul atmosferic şi cu bacteriile şi existenţa unor părţi tari în constituţia organismului respectiv. Acest lucru se realizează prin acoperirea organismului imediat după moarte cu apă şi sedimente. Se fosilizează în general părţile tari mineralizate ale organismelor: schelete osoase, cochilii, carapace, dinţi, solzi şi excepţional şi părţile moi, frecvent ca impresiuni pe sedimente fine. Există mai multe moduri de fosilizare.

1. Conservarea în stare iniţială. Este un caz rar. Organismul se păstrează ca atare, înglobat fiind în anumite medii care împiedică descompunerea şi putrefacţia prin izolare de aer şi împiedicarea circulaţiei substanţelor minerale sau a dezvoltării bacteriilor. Exemplu: chihlimbarul în care s-au păstrat insecte, miriapode, arachnide, flori, spori, polen (ţărmul Mării Baltice, pârâul Colţi – Buzău); gheaţă fosilă în care s-au păstrat perfect mamuţi congelaţi cu carne şi păr (Berezovska – Siberia); sarea,

mâlul sărat în care sau păstrat flori, fructe, insecte; silexul conservă microorganisme; turba.

2. Mumificarea. Afectează în special corpul vertebratelor care în condiții de climă uscată și caldă se deshidratează rapid după moarte, uscându-se înainte de a se descompune. Exemplu: dinosaurienii din Mezozoicul Americii de Nord.

3. Încrustarea. Are loc frecvent în apa izvoarelor bicarbonatate când organismele căzute se acoperă cu cruste de carbonat de calciu (aragonit sau calcit) pe care se imprimă toate caracterele lor exterioare. Prin distrugerea organismelor rămân goluri care prin injectare de ceară, ipsos și dizolvarea rocii înconjurătoare pot reda forma inițială. Exemplu: tuful calcaros, travertinul. Uneori se pot depune cruste de silice sau limonit.

4. Mineralizarea. Este procesul de fosilizare cel mai frecvent prin care substanța inițială este recristalizată în forme mai stabile (aragonit → calcit) sau este substituită moleculă cu moleculă (metasomatoză) de o altă substanță mai stabilă în mediul respectiv păstrându-se în final aspectul macroscopic inițial al organismului (pseudomorfoză). Exemplu: silicifierea resturilor vegetale (pădurile pietrificate din Arizona, Scoția, Bulgaria); piritizarea cochiliilor de amoniți, bivalve; limonitizarea, glauconitizarea, fosfatizarea (îmbogățirea în fosfat de calciu) scheletelor de vertebrate; uneori fosilele formează centrul unui nodul sau concrețiune (calcaroasă, silicioasă, fosfatică) (nodulele cu amoniți din Liasic, cu reptile din Permianul regiunii Dvina din Rusia).

5. Carbonificarea. Constă în îmbogățirea progresivă în carbon, în lipsa aerului și sub acțiunea bacteriilor anaerobe, a resturilor vegetale.

6. Tiparele. Rezultă din acoperirea cu material sedimentar (frecvent lutitic) a cochiliilor sau a interiorului acestora. Când materialul sedimentar pătrunde în cavitatea internă ia naștere un mulaj intern (fig. 3.1.*a*, *b*). Când materialul sedimentar imprimă amănuntele de la exterior se obține mulajul extern (fig. 3.1.*c*). El poate fi umplut cu alt material obținându-se pozitivul formei inițiale. Când datorită presiunilor tiparul extern se suprapune peste cel intern se obține un tipar (mulaj) sculptat (fig. 3.1.*d*).

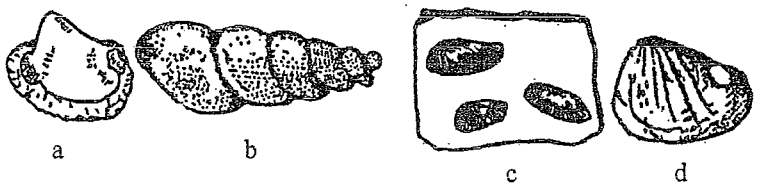


Fig. 3.1. *Tipare: a, b – tipare interne de bivalve și gastropode; c – tipare externe de bivalve; d – tipar sculptat.*

7. Impresiunile. Reprezintă păstrarea părților moi ale organismelor în roci lutitice. Exemplu: impresiunile de meduze din Cambrian; impresiunile de pene pe calcare jurasice; impresiunile de pești pe șisturi argiloase (disodile) (fig. 3.2.*a*); impresiunile de frunze, alge de mare, gresii, travertin, diatomit (fig. 3.2.*b*), aripi de insecte pe șisturi argiloase carbonifere.

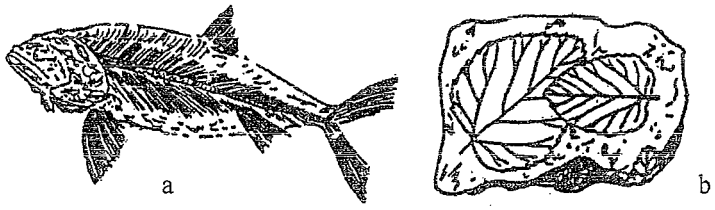


Fig. 3.2. *Impresiuni.*

8. Urmele de activitate biologică. Sunt studiate de Palichnologie şi prin numărul mare şi variat sunt importante îndeosebi în paleoecologie.

a) Urme de odihnă sunt reprezentate prin culcuşuri temporare (fig. 3.3.*a*) şi permanente. Cele permanente se datorează organismelor ce-şi sapă adăposturi în piatră (litofage): spongierul *Cliona*, bivalvul *Pholas* (fig. 3.3.*b*) sau în lemn (xilofage): bivalvul *Teredo*.

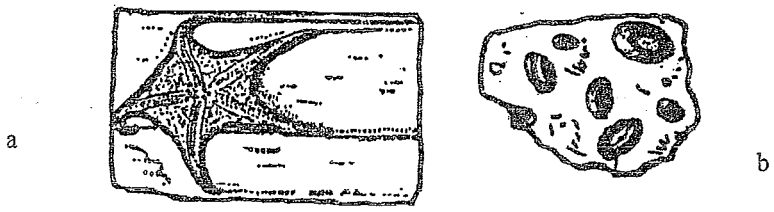


Fig. 3.3. *Urme de odihnă: a – temporare (stea de mare); b – permanente (Pholas).*

b) Urme de deplasare datorate atât organismelor acvatice, cât şi celor terestre. Pot fi astfel urme de viermi: *Helminthoidea* (fig. 3.4.*a*), *Nemertites* (fig. 3.4.*b*), de gastropode, de arthropode. În faciesuri terestre s-au găsit paşi de amfibieni (Carbonifer), de reptile mezozoice (fig. 3.4.*d*), de păsări palmipede din Miocen (fig. 3.4.*e*), de mamifere (fig. 3.4.*f*), sau urme de zbor de insecte (fig. 3.5.*c*).

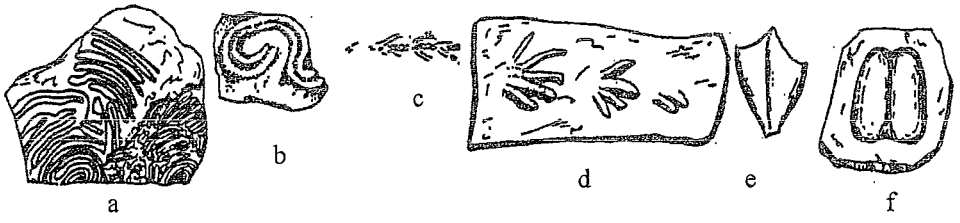


Fig. 3.4. *Urme de deplasare.*

c) Urme de hrănire reprezentate prin galerii ramificate: genul *Chondrites* (fig. 3.5.*a*), iniţial considerate alge fucoide, de fapt urme ale unor viermi limnivori; reţele de ochiuri hexagonale: genul *Palaeodictyon* (fig. 3.5.*b*), considerate ca taluri de alge, locuri de depunere a unor ouă de gasteropode sau amfibieni sau urme ale activităţii vitale a unor viermi; gastrolite = pietricele puse în evidenţă în zona guşii şi a stomacului, înghiţite de păsări, reptile, pentru uşurarea digestiei; coprolite = excremente fosilizate.

d) Urme de reproducţie reprezentate prin ouă de nevertebrate şi vertebrate.

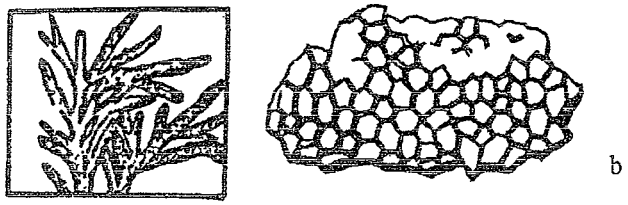


Fig. 3.5. *Urme de hrănire.*

3.2.1. Modul de zăcământ al fosilelor

În rocile sedimentare fosilele pot apărea izolate sau grupate în cuiburi fosilifere. Când sunt grupate, fie că au trăit împreună, constituind o biocenoză (paleocenoză) cum este cazul coralilor sau hipuriților, fie cel mai frecvent, au trăit în biotopuri diferite și au avut moarte comună (provocată de transgresiuni marine, cutremure, variația curenților marini) care au condus la îngroparea în același loc formând o tanatocenoză (gr. *tanatos* = moarte). Totalitatea fosilelor îngropate împreună chiar dacă au avut o moarte din cauze diferite formează o tafrocenoză (gr. *tafros* = mormânt). Cuiburile de fosile pot fi primare rămase pe locul de fosilizare (importante pentru stratigrafie) sau pot fi remaniate în cuiburi secundare în altă parte și asociate cu fosile autohtone (nu au valoare stratigrafică).

Fosilele pot fi prinse intim în roci compacte (detașabile prin cioplire), ușor detașabile în roci moi sau se pot afla în roci mobile (în falune, nisipuri, pietrișuri).

3.3. SISTEMATICA

După publicarea în anul 1758 a celei de a X-a ediții a lucrării Sistema Naturae de către Karl Linne, organismele vii vegetale și animale au fost împărțite, din punct de vedere sistematic în două mari unități: Regnul Vegetal (*Plantae*) și Regnul Animal (*Animalia*). La rândul lor, aceste regnuri erau subîmpărțite în câte două subregnuri: subregnul *Protophytae* (plantele unicelulare), subregnul *Metaphytae* (plantele superioare), și respectiv, subregnul *Protozoa* (animale unicelulare) și subregnul *Metazoa* (animale pluricelulare).

Uriașul progres făcut în cunoașterea lumii vii dar și a celei dispărute de pe Pământ, ca urmare al dezvoltării tehnicilor și tehnologiilor de cercetare, dar mai cu seamă dezvoltarea geneticii în a doua jumătate a secolului XX, a condus la apariția unor opinii diferite față de cea a lui Linne. Astfel, Wittaker (1969) propune gruparea organismelor în cinci regnuri: Monera, Protista, Plantae, Animalia și Fungi.

Lipps (1987) propune o clasificare cu șapte regnuri: Virusuri, Archaeobacteria, Eubacteria, Protista, Animalia, Plantae și Fungi.

L. Margulis și K. Schwartz (1988), în lucrarea „Five Kingdoms: An Illustrated Guide to Phyla of Life on Earth", ținând cont de structura celulei ca unitate fundamentală a lumii vii și a modului de reproducere și de

transmitere a caracterelor, separă două mari super-regnuri, subîmpărţite la rândul lor în cinci regnuri majore.

Super-regnul PROKARIA grupează organismele unicelulare caracterizate prin aceea că ADN-ul este slab organizat în interiorul celulei şi nu este înconjurat de o membrană pentru a forma un nucleu şi, de asemenea, lipsesc cromozomii. Sunt lipsite de fuziune celulară, nucleară şi citoplasmatică. Transferul de gene este unidirecţional, iar reproducerea se realizează prin fuziune binară şi înmugurire de diferite tipuri.

Ca unitate taxonomică subordonată este separat Regnul *Bacteria* cu două subregnuri: *Archaeobacteria* şi *Eubacteria*.

Super-regnul EUKARIA cuprinde organismele multicelulare alcătuite din celule cu mai mult de doi cromozomi pe celulă, care se reproduc prin mitoză. Cromozomii sunt formaţi din ADN, ARN şi proteine conţinute într-un nucleu înconjurat de o membrană. În mitoză membrana nucleară se dizolvă parţial sau total şi în final rezultă două nuclee noi. Prezintă fuziune nucleară şi citoplasmatică specifică, precum şi dedublare citoplasmatică şi cromozomială urmată de reducere meiotică a conţinutului citoplasmatic şi nuclear (genetică de tip mendelian). În acest super-regn sunt incluse patru regnuri majore: *Protoctista*, *Animalia*, *Plantae* şi *Fungi*.

Două dintre cele mai importante gupe de fosile sunt prokariotele şi protoctistele, din ambele grupări făcând parte organisme unicelulare. Deşi ele nu sunt fosile spectaculoase, fiind astfel mai puţin interesante pentru cercetători decât metazoarele şi metafitele mai complicate, aceste două grupuri nu numai că domină viaţa de pe Pământ astăzi, dar ele au o contribuţie decisivă la studiul Pământului şi a istoriei vieţii. Prokariotele au dominat lumea vie începând de acum 3,5 miliarde de ani, până acum aproximativ 0,5 miliarde de ani. Pentru ultimii 1,5 miliarde de ani, protoctistele au fost un element important în ecosistemele marine şi, probabil, şi în altele.

Aceste aspecte sugerează că organismele unicelulare sunt obiecte importante pentru studiul paleontologic general. Ele domină lumea fosilă, la fel cum domină, din punct de vedere numeric, şi astăzi viaţa pe Pământ.

Organismele unicelulare sunt adesea considerate a fi „simple", dar acest lucru nu este tocmai adevărat. Fiecare celulă trebuie să funcţioneze în aceleaşi moduri în care o fac plantele şi animalele superioare şi asta cu o singură celulă. Prokariotele şi protoctistele, fungii, metazoarele şi metafitele sunt pur şi simplu grade diferite de organizare, fiecare făcându-şi o viaţă reuşită cu metode diferite.

Tabelul 2 prezintă sistematica organismelor în viziunea actuală, insistând pe acele grupuri de organisme cu importanţă paleontologică şi stratigrafică. Trebuie avut în vedere faptul că multe grupuri de organisme sunt din punct de vedere sistematic în curs de revizuire.

Tabelul 2

Super-regn	Regn	Subregn	Încrengătură	Subîncrengătură	Clasă	Ordin
PROKARIA	BACTERIA (Procariotae, Monera)	ARCHAEOBACTERIA				
		EUBACTERIA	Cyanobacterii			
EUKARIA	PROTOCTISTA	THALLOPHYTA	Chrysophyta		Coccolithophyceae	Coccolithophoridales
					Chrysophyceae	
					Silicoflagellatophyceae	
					Xanthiophyceae	
					Ebriophyceae	
			Pyrrophyta		Dinoflagellata	
					Acritarcha?	
			Bacillariophyta		Bacillariophyceae (Diatomee)	Centrales
						Pennales
			Euglenophyta		Euglenophyceae	
			Chlorophyta		Chlorophyceae	Clorococcales
						Protococcales
						Ulotrichales
						Bryopsidales
						Dasylcladales
						Siphonocladales
			Rhodophyta		Rhodophyceae	
			Phaeophyta		Phaeophyceae	
			Charophyta		Charophyceae	
			Nematophyta		Nematophyceae	
		PROTOZOA	Rhizopoda			
			Granuloreticulosa		Foraminiferea	
					Reticulomixida	
			Actinopoda (Radiolari)		Acantharia	
					Heliozoa	
					Phaeodarea	
					Polycystinea	Spumellaria
						Nasselaria
			Ciliophora			Tintinnidae
			Zoomastigota			
	FUNGI					
EUKARIA	PLANTAE	CORMOPHYTA	BRYOPHYTA		Briopsida	
			PTERIDOPHYTA		Psilopsida	Rhyniales
						Psilophytales
					Lepidopsida	Archaeolepidophytales
						Protolepidophytales
						Eulepidophytales
						Isoetales
						Lycopodiales
						Selaginellales
					Noeggerarhiopsida	Noeggerathiales
						Discinitales
						Tingiales
					Arthropsida	Archaeoarthrophytales
						Protoarthrophytales
						Pseudoborniales
						Shenophyllales
						Equisetales

Tabelul 2 (continuare)

Super-regn	Regn	Subregn	Încrengătură		Subîncrengătură	Clasă	Ordin
EUKARIA	PLANTAE	CORMOPHYTA	PTERIDOPHYTA			Filicopsida	Primofilicidae
							Ophioglossales
							Marattiales
							Osmundales
							Filicales
							Hydropteridales
							Aneurophytales
							Pityales
			SPERMATOPHYTA		Gymnospermae	Pteridospermo-psida	Pteridospermales
							Caytoniales
							Glossopteridales
						Cycadopsida	Cycadales
							Bennettitales
							Pentoxylales
						Cordaitopsida	Cordaitales
							Ginkgoales
						Coniferopsida	Protoconiferales
							Euconiferales
						Chlamido-spermopsida	Ephedrales
							Welwitschiales
							Gnetales
					Angiospermae	Monocotiledonatae	
						Dicotiledonatae	
EUKARIA	ANIMALIA	METAZOA	PORIFERA (Spongieri)		Hexacti-nellida	Amphidiscophora	Reticulosa
						Hexasterophora	Hexactinosa
							Lichniscosa
					Demospongia		Lithistida
							Stromatoporida
							Labachiida
							Axinellida
					Calcarea	Calcinea	Pharetronida
					Sphinctozoa		
			ARCHA-EOCYA THA ?		Regulares		Monocyathida
							Capsulocyathida
							Ajacyathida
					Irregulares		
			CNIDARIA (COELENTERATA)		Hydrozoa		Trachylinida
							Hydroida
							Milleporina
							Stylasterina
					Scyphozoa	Scyphomedusae	Coronatida
							Lithorhizo-stomatida
						Conulata	Conularida
					Anthozoa	Zooantharia	Scleractinia
							Zoanthinaria
							Corallimorpharia
							Actinaria
							Rugosa
							Heliolitida
							Tabulata
						Octocorallia	
						Ceriantipatharia	Ceriantharia
							Antipatharia
					Cubozoa		
			Ctenaria				
			VERMES	Annelida	Polychaetia		Errantia
							Miskoa
							Saedentaria
					Oligochaetia		
					Hirudinea		

Tabelul 2 (continuare)

Super-regn	Regn	Subregn	Încreng ătură	Subîncreng ătură	Clasă	Subclasă	Ordin
EUKARIA	ANIMALIA	METAZOA	BRYOZOA		Stenolaemata		Fenestrata
							Cryptostomata
							Cyclostomata
							Trepostomata
					Gymnolaemata		Ctenostomata
							Cheilostomata
					Phylactolaemata		
			BRACHIOPODA		Inarticulata		Atremata
							Neotremata
					Articulata		Orthida
							Strophomenida
							Pentamerida
							Rhynchonellida
							Spiriferida
							Terebratulida
							Thecideidina
			MOLLUSCA	Amphineura	Polyplacophora		
				Diasoma	Scaphopoda		
					Bivalvia	Prionodesmacea	Palaeoconcha
							Taxodonta
							Schizodonta
							Dysodonta
							Isodonta
						Teleodesmacea	Heterodonta
							Pachyodonta
							Desmodonta
					Rostroconchia		
				Cyrtosoma	Monoplacophora		
					Gastropoda	Prosobranchiata	Archaeogastropoda
							Mesogastropoda
							Neogastropoda
						Opisthobranchiata	Pleurocoela
							Pteropoda
						Pulmonata	Basomatophora
							Stylomatophora
EUKARIA	ANIMALIA	METAZOA	MOLLUSCA	Cyrtosoma	Cephalopoda	Endoceratoidea	Endoceratida
							Injetoceratida
						Actinoceratoidea	Actinocerida
						Bactritoidea	
						Nautiloidea	Ellesmerocerida
							Orthocerida
							Ascocerida
							Oncocerida
							Discosorida
							Tarphycerida
							Barrandeocerida
							Nautilida
						Ammonoidea	Anarcestida
							Clymeniida
							Goniatitida
							Prolecanitida
							Ceratitida
							Phylloceratida
							Lytoceratida
							Ammonitida
						Coleoidea	Belemnoidea
			ARTHROPODA	Trilobitomorpha	Trilobitoida		
					Trilobiita		
				Chelicerata	Xiphosura		
					Eurypterida		

Tabelul 2 (continuare)

Super-regn	Regn	Subregn	Încrengătură	Subîncrengătură		Clasă	Subclasă	Ordin
EUKARIA	ANIMALIA	METAZOA	ARTHROPODA	Chelicerata		Arachnida		
						Pycnogonida		
				Crustacea		Remipoedia		
						Malacostraca		
						Phyllopoda		
						Maxilopoda		
						Thecostraca	Cirripedia	
						Ostracoda		
				Uniramia		Myriapoda		
						Hexapoda		
			ECHINO-DERMATA	Blastozoa		Cystoidea		
						Blastoidea		
				Crinozoa		Crinoidea		
				Asterozoa		Asteroidea		
				Echinozoa		Ophiuroidea		
						Holothuroidea		
						Echinoidea		
			HEMICHORDATA			Pterobranchiata		Rhabdopleurida
						Graptolithina		Dendroidea
								Graptoloidea
								Tuboidea
								Camaroidea
								Stolonoidea
								Crustaloidea
						Enteropneusta		
			CHORDATA	Urochordata		Ascidia		
						Thaliacea		
						Larvacea		
				Cephalo-chordata				
				Conodonto-chordata				
				VERTEBRATA	Agnata	Ostracodermata		
						Cyclostomata		
					Gnatostomata	Pisces	Placodermi	
							Acanthodii	
							Chondri-chthyes	
							Osteichthyes	
						Tetrapoda	Amphibia	
							Reptilia	
							Aves	
							Mammalia	

3.4. SUPER-REGNUL PROKARIA

3.4.1. REGNUL BACTERIA (Procariotae, Monera)

Organisme primitive, monocelulare, lipsite de nucleu individualizat şi de pigmenţi asimilatori, incolore (fig. 3.6). Pot asimila în absenţa luminii solare, luând energia direct din compuşi anorganici şi fixând în corp azotul. Pot fi aerobe sau anaerobe. Se înmulţesc prin sciziparitate sau prin transformarea celulei într-un spor foarte rezistent. Au apărut în Proterozoic şi au mare răspândire în formaţiuni geologice mai vechi sau mai noi (fosile vii în zăcăminte de petrol din Paleozoic).

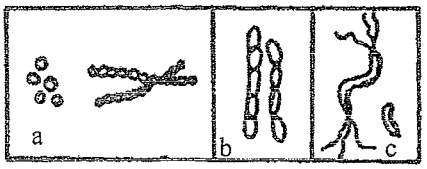


Fig. 3.6. *Diverse tipuri de bacterii: a – coccis; b – bacili; c – spirili.*

3.4.1.1. ÎNCRENGĂTURA CYANOBACTERII

Organisme inferioare constituite din celule izolate sau grupate în colonii sferice, globuloase, lamelare, filamentoase. Celulele au nucleu difuz, fără membrană, frecvent înconjurat de o teacă mucilaginoasă uneori încrustată cu calcar. Au pigmentul clorofilian mascat de un pigment albastru, *ficocianina*. Se înmulțesc prin sciziparitate sau prin artrospori (spori de rezistență). Trăiesc în ape dulci, marine, salmastre sau locuri umede şi au rol în formarea de concreţiuni calcaroase, stromatolite (fig. 3.7) considerate produse ale activității vitale, concreţiuni calcaroase discoidale, concentrice.

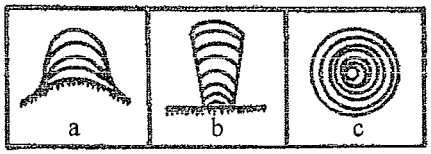


Fig. 3.7. *Tipuri de stromatolite: a – mamelonar; b – columnar; c – sferoidal.*

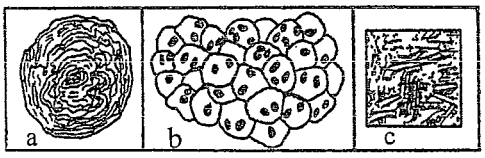


Fig. 3.8. *Cyanobacterii: a – Cryptozoon; b – Gloecapsomorpha; c – Girvanella.*

3.5. SUPER-REGNUL EUKARIA

3.5.1. REGNUL PROTOCTISTA

3.5.1.1. THALLOPHYTA

Organisme vegetale simple, primitive, autotrofe sau heterotrofe, al căror corp (aparat vegetativ) numit *tal*, este monocelular sau pluricelular (aglomerate de celule, cu funcţiuni asemănătoare, dispuse în filamente) şi apare nediferenţiat în rădăcină, tulpină, frunze. Se înmulţesc prin spori (zoospori), gameţi (elemente sexuale) sau prin diviziune celulară (sciziparitate). Au mărime variabilă (microni, sute de metri), trăiesc în ape dulci sau marine, pot fi verzi sau de alte culori (albastre, aurii, brune, roşii) după cum pigmentul clorofilian este sau nu mascat de alţi pigmenţi. Sunt primele resturi organice foarte vechi şi stau la baza evoluţiei celorlalte vegetale. Sunt importante în precizări stratigrafice sau litogenetice.

a. Clasa Coccolithophyceae. Microorganisme marine pelagice (nannoplancton) care trăiesc în zona fotică a oceanelor. Sunt prevăzute cu doi flageli (prelungire protoplasmatică în formă de bici) egali, având celula formată dintr-o picătură de protoplasmă pe care sunt prinse plăci calcaroase

(coccolite) de aspectul unor discuri cu prelungiri tubulare. Înmulţirea se face prin diviziunea directă a celulei, celula fiică prezentând în această fază deja o deschidere flagelară. Coccolitoforele sunt autotrofe posedând cloroplaste care sunt folosite pentru sinteza hranei. Dimensiunea coccolitelor variază de la 1,3μ la 50μ (dimensiunea medie 7-8μ). Coccolitoforele sunt utile pentru interpretări biostratigrafice şi paleoecologice. Apar în Cambrian, frecvent în Silurian-Jurasic şi mai ales în Cretacic (75% din microorganismele din cretă) (fig. 3.9).

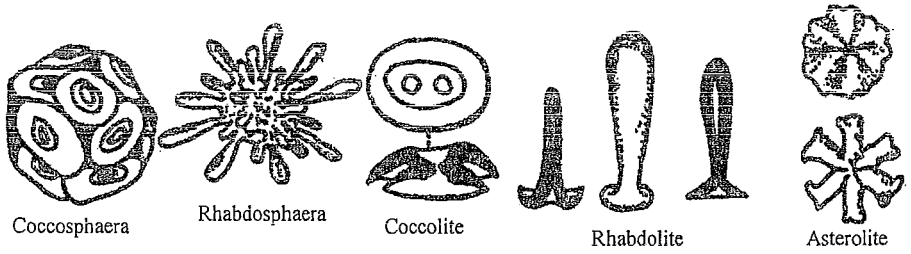


Fig. 3.9. *Coccolithophoridee.*

b. Clasa Silicoflagellatophyceae. Microorganisme exclusiv marine cu schelet silicios tubular, stelat, sau cu aspect de trunchi de piramidă cu spini. Celula este prevăzută cu nucleu, protoplasmă hialină cu prelungiri pseudopodice aşezate în zonele unghiulare ale scheletului având un singur flagel. Majoritatea genurilor au simetrie radiară, iar prezenţa spinilor favorizează plutirea. Taliile sunt mici de 20-100μ. Se reproduc prin diviziune celulară. Începând din Cretacicul superior apar frecvent în diatomite, radiolarite, dând indicaţii asupra condiţiilor de formare a rocilor care le conţin.

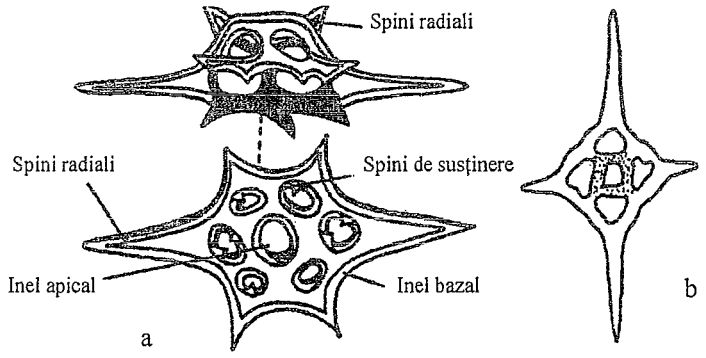


Fig. 3.10. *Silicoflagellate: a – Dictyocha; b – Distephanus.*

c. Clasa Dinoflagellata. Microorganisme unicelulare marine şi dulcicole, planctonice şi mai puţin bentonice, biflagelate, cu flageli inegali şi dimensiuni variabile de la 10-100μ până la maximum 1,5 mm. Majoritatea dinoflagelatelor sunt fotosintetizatoare; altele sunt ierbivore, prădătoare, parazite sau simbionte. Dinoflagelatele (gr. *dinos* = răsucire) sunt printre cele mai primitive eukariote, celulele lor având organele tipice eukariotelor dar nucleul lor este distinct. Celulele au contur ovoidal, piramidal, rombic sau sferic şi protoplasma protejată de un înveliş celulozic.

Mişcarea se produce prin cei doi flageli inegali, plasaţi în fiecare şanţ, longitudinal şi transversal. Flagelul transversal (ecuatorial) are mişcări ondulatorii şi de rotire în spirală, permiţând înaintarea celulei, în timp ce flagelul longitudinal îndeplineşte rolul de cârmă. Înmulţirea se face asexuat prin diviziune binară sau sexuat prin zoospori. Dinoflagelatele sunt fosile abundente în rocile mezozoice şi neozoice. Se cunoaşte o singură specie siluriană, iar multe dintre fosilele denumite acum *acritarche* ar putea avea afinităţi cu dinoflagelatele.

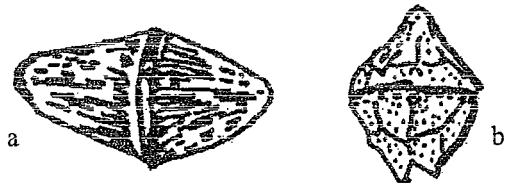


Fig. 3.11. *Dinoflagellate: a – Gymnodium; b – Peridinium.*

d. Clasa Bacillariophyceae (Diatomee). Alge unicelulare, solitare sau grupate, cu pigment clorofilian mascat de pigmenţi galbeni sau verzi-bruni. Celula are membrana încrustată cu silice formând un înveliş (*frustula*) alcătuit din două căpăcele ce se pot îmbuca (fig. 3.12). Suprafaţa frustulei apare ornamentată cu striaţii, reţele, noduli caracteristici. Au forme alungite, penate (*Navicula*, *Pinnularia*, *Diatoma*, *Gomphonema*), centrice, discoidale (*Coscinodiscus*, *Chaetoceras*, *Melosira*), triunghiulare (*Triceratium*).

Dimensiunea frustulelor variază de la un μm la mai mult de 1000μ, dar cele mai multe se încadrează în intervalul 10-100μ. Spre deosebire de nannoplanctonul calcaros şi de dinoflagelate, celula vegetativă a diatomeelor nu are flageli, deşi multe diatomee produc gameţi flagelaţi în timpul scurtei lor perioade de reproducere sexuată. Trăiesc în ape marine planctonice sau bentonice dar şi în ape dulci, salmastre, fiind forme de climă rece. Se formează pe seama SiO_2 din alterarea feldspaţilor rocilor eruptive şi prin acumularea frustulelor dau roci silicioase = diatomite sau prin diagenizare, menilite. Apar încă din Proterozoic, Cambrian, Silurian, Devonian, Cretacic inferior cu maximum de dezvoltare în Paleogen şi mai ales Miocen. Diatomite apar în Oligocen (Pătârlagele – Buzău, Văleni), Sarmaţian (Miniş – Arad, Adamclisi), Pleistocen (Racoş).

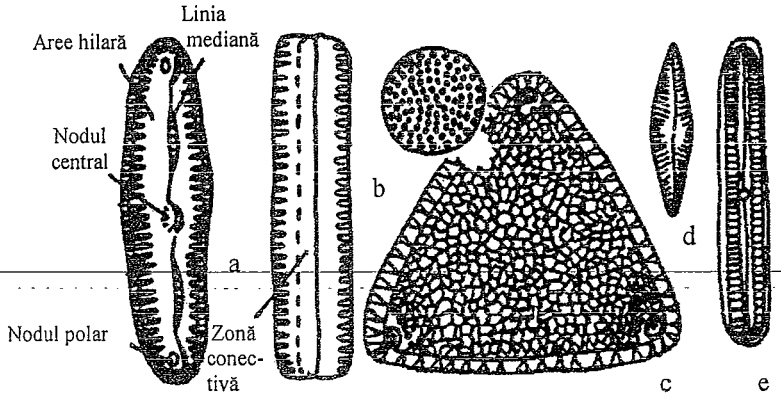


Fig. 3.12. *Alge silicioase: a – Diatoma; b – Coscinodiscus; c – Triceratium; d – Navicula; e – Pinnularia.*

e. Clasa Chlorophyceae. Alge unicelulare şi pluricelulare, simple sau grupate, fixe sau mobile, cu forme variate, cu pigment asimilator, *clorofila*. Trăiesc în ape marine, când au talul încrustat cu calcar şi prin acumulare formează depozite calcaroase importante sau în ape dulci când au celulele înconjurate de o materie gelatinoasă cu substanţe grase care prin acumulare dau şisturi bituminoase sau cărbuni bituminoşi (boghead). Sunt importante litologic şi stratigrafic.

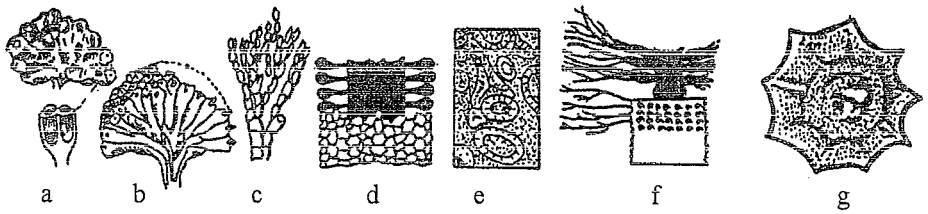


Fig. 3.13. *Alge verzi: a – colonie de Botryoccocus; b – colonie de Pila; c – ramuri de Halimeda; d – Gyroporella vesiculifera; e – secţiune printr-un calcar cu Diplopora; f – Diplopora phanerospora; g – Globochaete.*

f. Clasa Rhodophyceae. Alge marine, pluricelulare ce formează asociaţii fitobentonice foarte bogate, cu pigment clorofilian mascat de pigment roşu (*ficoeritrina*), cu tal rigid calcaros construit din celule mici, dispuse în reţele dense. Reproducerea se face asexuat prin spori şi sexuat prin oogamie. Pot forma recifi, singure sau asociate cu alte organisme. Sunt importante litogenetic şi stratigrafic (fig. 3.14).

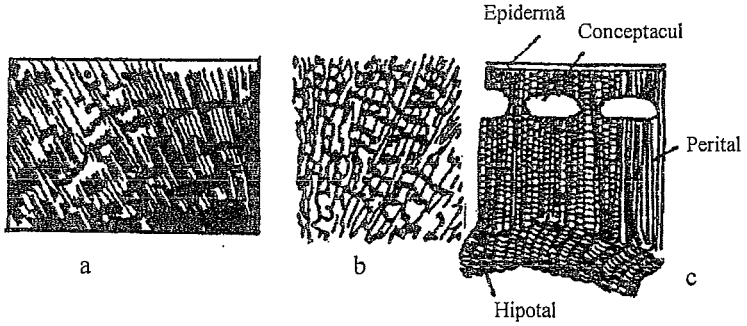


Fig. 3.14. *Alge roşii: a – Solenopora; b – Lithothamnium; c – Lithophyllum.*

g. Clasa Phaeophyceae. Alge marine, pluricelulare, cu tal evoluat, fixat prin crampoane şi cu porţiuni lăţite ca la frunze, cu pigment galben-brun, *ficofeina*. Pereţii celulari ai talului sunt de natură celulozică. Talul, uneori de dimensiuni mari, nu se impregnează cu substanţe minerale, apare rar ca fosile, mai ales ca impresiuni. Sunt autotrofe, fotosintetice şi unele dintre ele produc un polizaharid, *laminarină*, ulei şi o substanţă taninică, *fucosan*. Înmulţirea se face asexuat, prin zoospori biflagelaţi, sau sexuat prin intermediul gameţilor.

h. Clasa Charophyceae. Alge pluricelulare, ce conţin pigmenţi clorofilieni. Trăiesc în ape dulci rar salmastre, stagnante. Au aspect de tufişuri cu corpul alcătuit dintr-o tulpină articulată cu noduri şi internoduri şi verticile de frunze sau ramuri având la bază oogoanele ("fructe de Chara") pentru înmulţire. Se mai pot înmulţi prin înmugurire. Apar încă din Paleozoic (genurile *Porochara*, *Sycidium* şi *Trochiliscus*), cu răspândire în

Cretacicul superior din Pădurea Craiului, Eocenul de la Cluj, Meoţianul din Subcarpaţi. Tulpinile încrustate cu calcar, pot da calcare cu caracee în Jurasic (fig. 3.15).

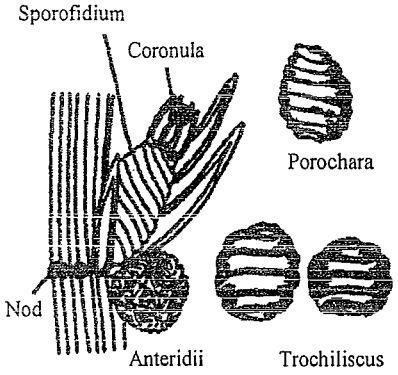


Fig. 3.15. *Charophyte.*

3.5.1.2. SUBREGNUL PROTOZOA

Acest subregn grupează organismele unicelulare, cu celula alcătuită din citoplasmă şi unul sau mai multe nuclee. Sunt prevăzute sau nu, cu un înveliş solid (test) calcaros, silicios, arenaceu. Se înmulţesc prin diviziune (sciziparitate), înmugurire sau sporulaţie. Prin conjugarea (unirea a doi indivizi) degenerarea este împiedicată. Sunt frecvent organisme acvatice, microscopice (10-30μ) rar centimetrice, care se mişcă cu ajutorul pseudopodelor (prelungiri protoplasmatice cu formă schimbătoare) a cililor, sau axopodiilor.

a. Încrengătura Granuloreticulosa. Organisme unicelulare cu corpul fără membrană, prevăzute cu pseudopode (reticulopode) filiforme, frecvent ramificate, anastomozate cu rol de a prinde hrana, de a fixa organismul de substrat, de a elabora testul protector. Celula poate avea unul sau mai multe nuclee.

Clasa Foraminiferea. Organisme cu mare importanţă stratigrafică, litologică, marine, rar salmastre şi o singură familie de apă dulce. Sunt microscopice dar pot ajunge până la dimensiuni de 2-12 cm. Au pseudopode dispuse în reţea.

Testul poate fi organic (mucopolizaharidă, nefosilizabil), frecvent la formele primitive sau în primul stadiu la formele actuale; arenaceu, rezultat din aglutinarea particulelor străine (nisip, spiculi de spongieri, foraminifere fine) într-un ciment organic, calcaros; calcaros frecvent. Foraminiferele sunt caracterizate de către rhizopodele lor fin granulare şi de către dimorfismul nuclear care a fost observat în ciclul de viaţă al unor specii. Caracteristica remarcabilă a rhizopodelor granulare este, probabil, curgerea citoplasmatică bidirecţională tipică. Citoplasma din interiorul testului este mai densă decât citoplasma din rhizopode.

După structură, testul poate fi: 1) aglutinat sau calcaros, compact, cu o singură deschidere = apertura prin care iese reţeaua de pseudopode; 2) perforat – în afară de apertură, prezintă numeroşi pori de formă tronconică, caracteristic formelor marine, calcaroase; 3) alveolar, format

dintr-un strat calcaros subţire extern, imperforat, sub care sunt dispuşi pereţi lamelari care determină alveole.

După formă, testul poate fi neregulat (*Astrorhiza*) (fig. 3.16.*a*); unilocular, dintr-o singură cămăruţă cu o deschidere. Poate fi sferic (*Saccamina*), ovoid (*Lagena*), ca un tub răsucit plan-spiral (*Cornuspira*) (fig. 3.16.*b,c,d*); plurilocular, din mai multe cămăruţe comunicând între ele. Poate fi monoseriat rectiliniu (*Nodosaria*) (fig. 3.16.*e*), monoseriat arcuit (*Dentalina*) (fig. 3.16.*f*), biseriat (*Textularia*) (fig. 3.16.*g*), triseriat (*Bulimina*) (fig. 3.16.*h*), în formă de ghem = miliolin (*Triloculina*) (fig. 3.16.*i*), spiralat (*Nummulites*), în inele concentrice (*Orbitolites*) (fig. 3.16.*j*), trochospiral (*Rotalia*) (fig. 3.16.*k,l,m*), combinat – triseriat + monoseriat (*Clavulina*) (fig. 3.16.*n*), planspiral + drept (*Astacolus*) (fig. 3.16.*o*). Apertura poate fi simplă (terminală, virgulină, semilunară, dendritică, radiată) sau multiplă (cribrată, multiplă bazală, terminală sau neregulată).

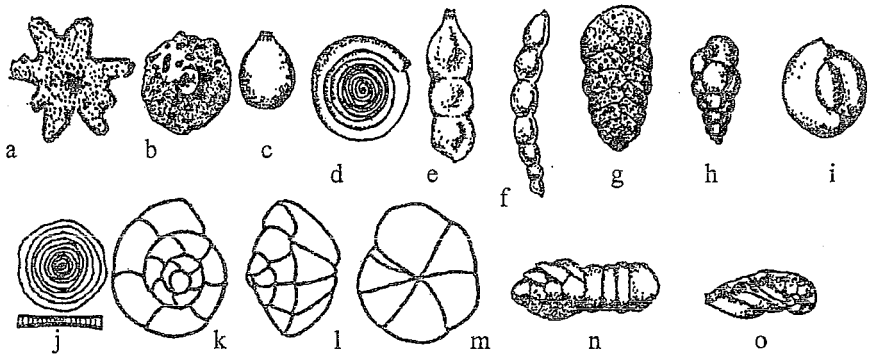


Fig. 3.16. *Foraminifere. Tipuri de test.*

Foraminiferele se caracterizează prin dimorfism sexual existând o generaţie sexuată A (gamontul) şi o generaţie asexuată B (schizontul). Schizontul adult, multinucleat suferă o diviziune reducţională care urmată de diviziunea protoplasmei dă naştere la gameţi. Liberi, aceştia cresc vegetativ formând gamontul adult. În interiorul său se dezvoltă gamonţi mici care puşi în libertate în apa mării se vor conjuga câte doi formând zygotul ce va evolua într-un nou schizont. Acumularea testelor de foraminifere poate conduce la formarea de mâluri sau roci (prin diageneză) cum sunt calcarele cu numuliţi, cu orbitoizi sau orbitoline, sau marnele cu globigerine din Badenianul pânzei subcarpatice. Din punct de vedere cronostratigrafic, grupul foraminiferelor planctonice – *Globigerinida* – are o deosebită importanţă pentru formaţiunile cretacice şi neozoice.

Tabelul 3. Clasificarea foraminiferelor.

ORDIN	GEN
ALLOGROMIIDA (Cambrian – Actual)	*Allogromia* (Actual)
	Nodellum (Actual)
ASTRORHIZIDA (Cambrian – Actual)	*Astrorhiza* (Cambrian – Actual)
	Bathysiphon (Cambrian – Actual)
	Saccammina (Silurian – Actual)
	Rhabdamina (Ordovician – Actual)
LITUOLIDA (Ordovician – Actual)	*Ammodiscus* (Silurian – Actual)
	Glomospira (Silurian – Actual)

Tabelul 3 (continuare)

ORDIN	GEN
LITUOLIDA (Ordovician – Actual)	*Reophax* (Cambrian – Actual)
	Hapliophragmoides (Cambrian – Actual)
	Verneulina (Jurasic – Actual)
	Cyclamina (Paleocen – Actual)
	Cuneolina (Cretacic)
	Orbitolina (Aptian – Cenomanian)
TROCHOLINIDA (Carbonifer – Actual)	*Trochammina* (Carbonifer – Actual)
TEXTULARIIDA (Cretacic – Actual)	*Textularia* (Cretacic – Actual)
	Dorothia (Cretacic – Actual)
FUSULINIDA (Silurian – Triasic)	*Archaediscus* (Carbonifer – Permian)
	Endothyra (Devonian – Permian)
	Tetrataxis (Carbonifer – Triasic)
	Fusulina (Carbonifer)
	Triticites (Carbonifer – Permian)
	Schwagerina (Permian)
	Neoschwagerina (Permian)
SPIRILLINIDA (Triasic – Actual)	*Trocholina* (Triasic – Cenomanian)
	Spirillina (Triasic – Actual)
	Patellina (Cretacic – Actual)
CARTERINIDA (Eocen – Actual)	*Carterina* (Eocen – Actual)
MILIOLIDA (Carbonifer – Actual)	*Cornuspira* (Carbonifer – Actual)
	Nubecularia (Jurasic – Actual)
	Quinqueloculina (Jurasic – Actual)
	Triloculina (Jurasic – Actual)
	Pyrgo (Jurasic – Actual)
	Borelis (Eocen – Actual)
	Orbitolites (Paleocen - Eocen)
LAGENIDA (Carbonifer – Actual)	*Nodosaria* (Permian – Actual)
	Dentalina (Permian – Actual)
	Lagena (Jurasic – Actual)
	Lenticulina (Triasic – Actual)
	Frondicularia (Permian – Actual)
	Guttilina (Jurasic – Actual)
ROBERTINIDA (Triasic – Actual)	*Epistomina* (Jurasic – Cretacic)
	Duostomina (Triasic)
GLOBIGERINIDA (Liasic – Actual)	*Hedbergelia* (Hauterivian – Campanian)
	Rotalipora (Cenomanian)
	Globotruncana (Santonian – Campanian)
	Globorotalia (Miocen – Actual)
	Globigerina (Eocen – Actual)
	Heterohelix (Cretacic)
BULIMINIDA (Jurasic – Actual)	*Bulimina* (Paleocen – Actual)
	Bolivina (Cretacic – Actual)
	Bolivinoides (Campanian – Maestrichtian)
	Stilostomella (Cretacic – Actual)
	Uvigerina (Eocen – Actual)
	Pleurostomella (Cretacic – Actual)
ROTALIIDA (Triasic – Actual)	*Discorbis* (Malm – Actual)
	Asterogerina (Cretacic – Actual)
	Nonion (Paleocen – Eocen)
	Rotalia (Senonian – Actual)
	Elphidium (Eocen – Actual)
	Orbitoides (Senonian)
	Nummulites (Paleocen – Oligocen)

b. Încrengătura Actinopoda. Radiolarii sunt organisme microscopice unicelulare, de talie mare, exclusiv marine, care posedă un test silicios din material silicios şi material organic sau SiO_2 (opal) a cărui dezvoltare este favorizată de prezenţa materialului de origine vulcanică. Trăiesc izolat sau în populaţii dense. Sunt alcătuiţi dintr-o picătură de protoplasmă interioară sferică (endoplasmă), mai densă care conţine nucleul

şi este învelită într-o membrană chitinoasă, poroasă (capsula centrală). La exterior se află un al doilea strat de protoplasmă vacuolară (ectoplasmă = spumă) între firele căreia se formează scheletul silicios extern (testul).

Testul poate fi de una sau mai multe sfere concentrice cu perforaturi (reticulare), prin care ies pseudopodele (axopode) cu originea în stratul intern al ectoplasmei, sau poate avea variate forme (fig. 3.17.*a*). Reproducerea se face prin zoospori sau celule rezultate prin înmugurire. Importanţă stratigrafică prezintă polycystinii şi phaeodarii, deoarece ei se păstrează ca fosile. Studii de detaliu au permis stabilirea a numeroase grupe de specii cu valoare bio- şi cronostratigrafică. Prin dezvoltarea lor masivă în unele zone au format mâluri cu radiolari, care au evoluat în roci silicioase: radiolarite, jaspuri, phtanite.

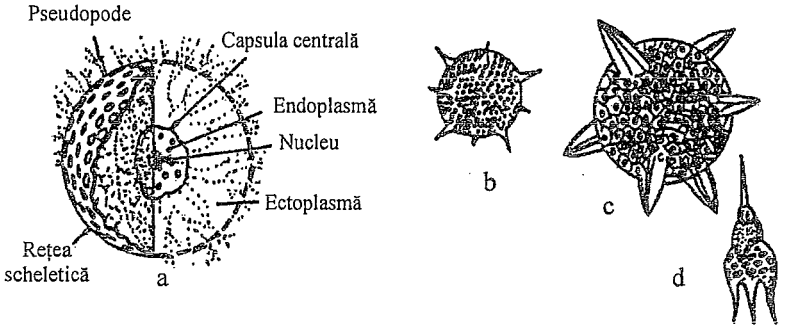


Fig. 3.17. *Radiolari: a – test; b – Acantosphaera; c – Hexastylus; d – Podocyrtis.*

Tabelul 4. Clasificarea radiolarilor.

Clasă	Ordin	Gen
ACANTHARIA (Actual)		
HELIOZOA (?Pleistocen – Actual)		
PHAEODAREA (Miocen – Actual)		
POLYCYSTINEA (Cambrian – Actual)	*Spumellaria* (Silurian – Actual)	*Entactinosphaera* (Devonian)
		Saturnalis (Cretacic – Actual)
		Phacodiscus (Eocen – Actual)
		Hagiastrum (Jurasic – Cretacic)
		Emiluvia (Dogger – Malm)
		Hexastylus (Miocen – Actual)
		Hexaconthium (Eocen – Actual)
		Siphonosphaera (Eocen – Actual)
	Nasselaria (?Silurian, Triasic – Actual)	*Eucyrthidium* (Paleogen – Actual)
		Dictyomitra (Jurasic – Cretacic)
		Hollocryptocanium (Albian – Cenomanian)

c. Încrengătura Ciliophora. Această încrengătură grupează organisme planctonice prevăzute cu cili (prelungiri protoplasmatice filiforme). Majoritatea lor sunt monocelulare, dar se cunosc şi genuri ce se adună în agregate coloniale de celule, prinse într-o masă gelatinoasă. Cilii se modifică pentru locomoţie sau hrănire. Reproducerea se realizează fie prin mitoză simplă (diviziune), fie prin conjugare. Cele mai multe ciliophore sunt lipsite de test şi deci nu se conservă

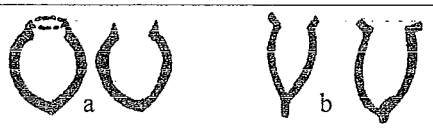


Fig. 3.18. *Tintinnidae: a – Calpionella alpina; b – Tintinnopsella carpatica.*

ca fosile. Excepție fac Tintiniidele care au un test aglutinat sau mineral. Organismele cu importanță paleontologică sunt grupate în familia *Tintinnidae* cu testul (lorica) în formă de con sau clopot cu guleraș răsfrânt (fig. 3.18). Uneori, au un spin caudal. Sunt forme caracteristice pentru Malm (Tithonic) – Cretacic inferior (Neocomian).

3.5.2. REGNUL FUNGI (Ciuperci)

Organisme lipsite de clorofilă, parazite sau saprofite, din celule dispuse în filamente (*hife*) fără a forma țesuturi. Celula are o membrană rigidă formată din chitină, caloză sau mai rar celuloză. Nu se păstrează ca fosile. Uneori apar sporii lor.

3.5.3. REGNUL PLANTAE

3.5.3.1. Încrengătura Bryophyta

Plante cu clorofilă, de talie redusă, cu aparat vegetativ constituit din tulpină frunzoasă (Muscinee, „mușchi") sau cu tulpină taloidă (Hepaticae), rar păstrate prin fosilizare. Ca impresiuni, au fost descrise din Carbonifer, Triasic, Jurasic. În Cuaternar, foarte răspândit a fost genul *Sphagnum* care în perioadele glaciare a format turbării în Europa de nord, Siberia. La noi, apare la Poiana Stampei, Dersca-Lozna, Carei.

3.5.3.2. Încrengătura Pteridophyta

Cuprinde plante cu organizare superioară, având aparatul vegetativ reprezentat prin rădăcini, tulpini, frunze dar cu înmulțire tot primitivă, prin spori. Au vase libero-lemnoase. Sporii se dezvoltă în saci numiți sporangi situați pe axa frunzelor sau pe fața inferioară în spori. Frunzele cu spori sau sporangi sunt sporofile, iar cele fără, trofofile. Unele pteridofite sunt izosporee (au sporangi cu spori de același fel), altele sunt heterosporee (au numeroși microspori și mai puțini macrospori) înmulțirea făcându-se diferit pentru fiecare categorie. La izosporee, din spori se formează un aglomerat de celule verzi cu aspect de frunză = protal pe care apoi se dezvoltă anteridii cu anterozoizi și arhegoane cu câte o oosferă. Prin fecundarea oosferelor de către anterozoizi, iar din macrospori se formează protalul mascul pe care se dezvoltă anteridii cu anterozoizi, iar din macrospori se formează protalul femel pe care se dezvoltă arhegoane cu oosfere, din a căror fecundare rezultă embrionul. Există o alternanță de generații: sexuată (gametofitul) reprezentată prin protal și asexuată (sporofitul) reprezentată prin planta adultă.

a. Clasa Psilopsida. Pteridofite fosile (primele vegetale terestre) lemnoase sau ierboase, fără rădăcină, cu tulpină subpământeană (rizom) și aeriană, cilindrică, subțire, ramificată dicotomic, lipsită de frunze (gr. *psilos* = fără, lipsit de) sau cu câteva frunze mici solzoase la cap. Tulpinile au în centru vasele lemnoase înconjurate de celule tubulare de liber. Sunt protejate de evaporare la exterior printr-o cuticulă (cu stomate). Sunt izosporee, cu sporangi în vârful ramurilor.

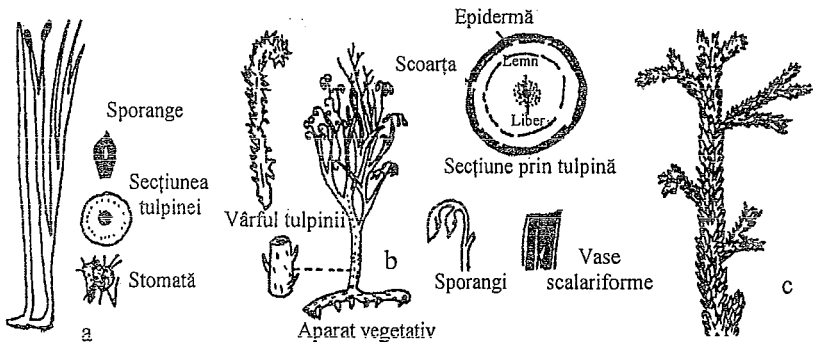


Fig. 3.19. *Psilopsida: a – Rhynia major; b – Psilophyton princeps; c – Asteroxylon macktei.*

b. Clasa Lepidopsida. Plante ierboase cu forme fosile arborescente (20-30 m înălţime, 2 m diametru) cu rol important în formarea cărbunilor din Carbonifer. Tulpina era ramificată dicotomic şi acoperită de frunze mici liniare cu o nervură mediană, dispuse în şiruri drepte sau spirale, care după cădere lăsau ca urmă o cicatrice foliară caracteristică. Rădăcinile erau alcătuite din patru ramuri divizate dicotomic. Înmulţirea se făcea prin spori cuprinşi într-un aparat sporifer (strobil), cu aspectul unui con de brad, care cuprindea macrospori şi microspori (plante heterosporee). Macrosporangii înveliţi într-un tegument posedă un singur macrospor care după fecundare se dezvoltă cu aspectul unei seminţe. Fac trecerea spre gimnosperme.

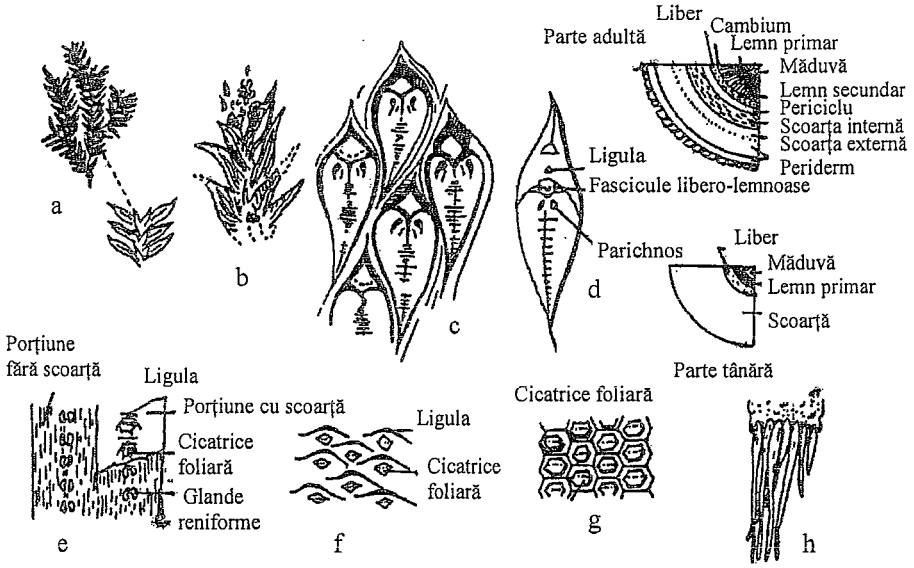


Fig. 3.20. *Lepidopsida: a – Lycopodites gutbiei; b – Selaginellites primaevus; c – Lepidodendron sterbergi; d – structura tulpinii de Lepidodendron; e – Sigillaria reniformis; f – Sigillaria tesselata; g – Sigillaria elegans; h – Stigmaria ficoides.*

c. Clasa Arthropsida. Plante ierboase, articulate, arborescente în trecut, de locuri umede, mlăştinoase, cu rizom, tulpină aeriană, fin canelată, alcătuită din internoduri şi noduri pe care se află verticile de frunze mici solzoase şi chiar ramuri. Se înmulţesc prin spori aflaţi în sporangi dezvoltaţi pe un fel de spice = strobili. Pot fi izosporee sau heterosporee.

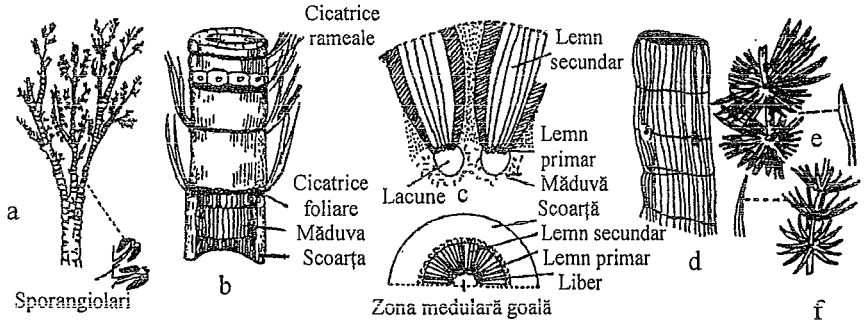


Fig. 3.21. *Arthropsida: a – Calamophyton; b – Calamites; c – secțiuni prin tulpină de Calamites; d – Archaeocalamites; e – Asterophyllites; f – Annularia stellata.*

d. Clasa Filicopsida. Plante ierboase, arborescente în Paleozoic, trăind în variate medii terestre sau chiar acvatice, bine reprezentate în flora actuală. Se înmulțesc prin spori dezvoltați în sporangi grupați în sori, situați fie pe fața inferioară sau pe marginea unor frunze asimilatoare (trofosporofile) fie pe frunze sporofile. Ferigile terestre sunt izosporee, cele acvatice heterosporee. Sunt alcătuite din rizom, tulpină aeriană nearticulată și frunze mari comparativ cu tulpina (fig. 3.22). Frunzele sunt compuse (fronde) dintr-un ax principal (rahis) pe care se prind axe secundare (pene) purtătoare de foliole mici (pinule). Există mai multe tipuri de pinule (vezi fig. 3.22.*b-i*) în funcție de care a fost făcută o primă clasificare a ferigilor.

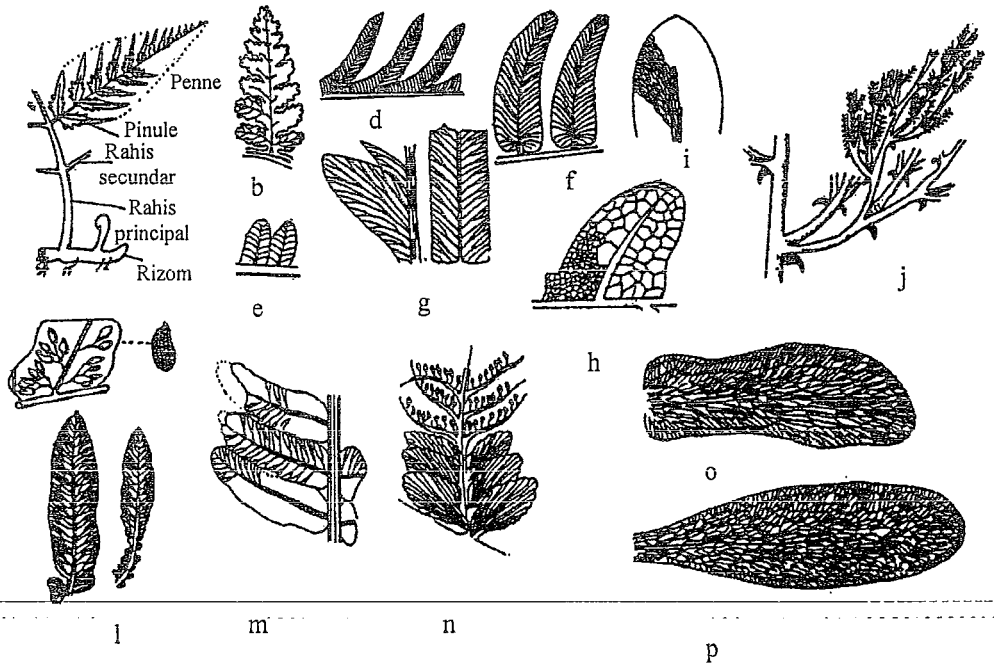


Fig. 3.22. *Filicopsida: a – frondă; (b – i) tipuri de pinule: b – sfenopteridian; c – pecopteridian; d – aletopteridian; e – odontopteridian, f – neuropteridian; g – teniopteridian; h, i – dictiopteridian; j – Stauropteris; k – Dactylotheca; l – Osmunda regalis; m – Cladophlebis rumana; n – Archaeopteris; o – Gangamopteris; p – Glossopteris.*

3.5.3.3. Încrengătura Spermatophyta

Plante superioare, terestre şi acvatice, cu flori şi seminţe, rezultate din fecundarea ovulului prin polen (elemente sexuale noi care apar şi înlocuiesc sporii).

3.5.3.3.1. Subîncrengătura Gymnospermae (gr. *gymnos* = neacoperit, *sperma* = sămânţă). Plante la care florile sunt lipsite de înveliş floral (petale, sepale), de ovar, deoarece carpelele (frunze modificate pe care se găsesc ovulele) nu se sudează, astfel că polenul cade direct pe ovule. Sămânţa este nudă, neînchisă într-un fruct dar protejată de un înveliş rezistent. Sunt plante lemnoase, cu frunze simple, aciculare, solzoase rar lobate, predominant persistente. Trăiesc în regiuni aride sau mlăştinoase. Au apărut în Devonian superior, cu dezvoltare mare în Triasic, mai ales Jurasic (20.000 specii); trăiesc şi astăzi (600 specii).

a. Clasa Pteridospermopsida. Plante arborescente, rar ierboase cu frunze asemănătoare celor de ferigi, cu seminţe provenite din ovule neînchise într-un ovar ca la gimnosperme. Au structură primară a tulpinilor asemănătoare cu a ferigilor, iar cea secundară prezintă cambium generator al lemnului secundar, ca la gimnosperme. Organele reproducătoare sunt formate din saci polenici, grupaţi în sinangii prinse în inflorescenţe mascule şi din ovule prinse pe frunze carpelare dispuse la vârful frondelor sau formând inflorescenţe femele. Pteridospermopsidele apar din Devonian mediu cu maximum de dezvoltare în Permo-Carbonifer.

Fig. 3.23. *Pteridospermopsida: a – Potoniea; b – Trigonocarpus; c – Alethopteris; d – Calipteris conferta; e – Neuropteris heterophylla; f – Odonthopteris reichi; g – Sphenopteris striata.*

b. Clasa Cycadopsida. Grup de plante bine reprezentat în Mezozoic, restrâns la câteva genuri actual. Au aspect de palmier sau ferigi arborescente cu rădăcina pivotantă groasă din care se desprind rădăcini secundare, cu trunchi cilindric sau globulos având în vârf un buchet de frunze penate. Sunt plante dioice (cu flori dezvoltate pe trunchiuri diferite). Prin fosilizare apar frecvent ca impresiuni de frunze.

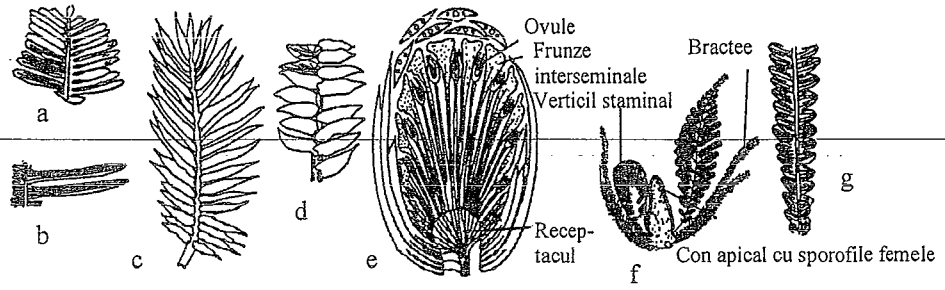


Fig. 3.24. *Cycadopsida: a – Pterophyllum jaegeri; b – Pterophyllum fayoli; c – Zamites feneonis; d – Otozamires decorus; e – Bennettites gibsoniana (floare femelă); f – Cycadeoidea (floare hermafrodită); g – Nilssonia comptula.*

c. Clasa Cordaitopsida. Gimnosperme arborescente primitive (40 m înălţime) cu frunze persistente, lungi până la un metru şi late de 15-20 cm, cu nervuri paralele. Structura tulpinii este asemănătoare coniferelor. Organele reproducătoare erau reprezentate prin inflorescenţe mascule şi femele (fig. 3.25.*b*,*c*). Seminţele (*Cardiocarpus*) nu aveau embrion dezvoltat (caracter de primitivitate). Maximum de dezvoltare în Carbonifer şi Permian, când împreună cu pteridofitele formau păduri dese în regiuni mlăştinoase.

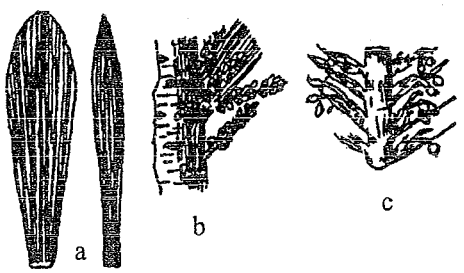


Fig. 3.25. *Cordaitopsida: a – frunze; b – inflorescenţe mascule; c – inflorescenţe femele.*

d. Clasa Coniferopsida. Arbori, rar arbuşti, cu tulpină dreaptă şi ramificaţie axială descrescând spre vârf (coroană conică), cu frunze mici, simple, lanceolate sau aciculare, uninerve, cu cuticule groase şi stomate adânci (adaptare la regiuni uscate), frecvent persistente. Structura tulpinii se caracterizează prin măduvă redusă, inel gros de vase libero-lemnoase primare şi secundare cu inele de creştere anuală. Sub scoarţă se află un ţesut suberos, pluta. Sunt plante unisexuate predominant monoice (conuri mascule şi femele pe aceeaşi plantă) cu organe de reproducere: flori (fără înveliş floral) alcătuind inflorescenţe numite conuri. Conurile mascule, mici, dispuse spre vârf, sunt formate din bractee solzoase cu câte două stamine pe faţa inferioară. Conurile femele, mari, dispuse spre bază, sunt formate din bractee, dispuse pe ax, având pe faţa superioară câte două ovule descoperite din care prin fecundare se formează seminţe. Au apărut în Devonianul superior, se continuă în Permian, cu maximum de dezvoltare în Jurasic, Cretacic inferior. Sunt bine reprezentate şi actual.

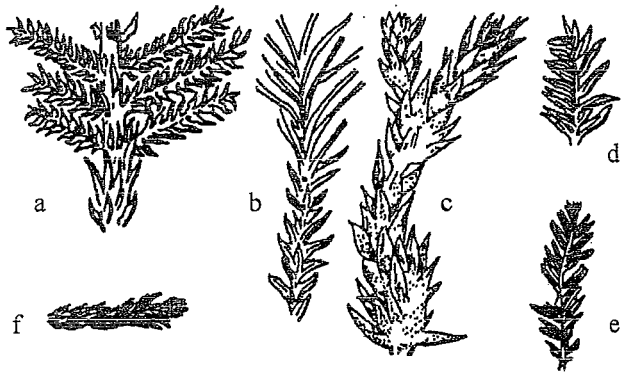


Fig. 3.26. *Coniferopsida: a – Walchia (Lebachia) piniformis; b – Voltzia heterophylla; c – Araucaria; d – Taxodium distichum; e – Sequoia; f – Ullmannia bronni.*

3.5.3.3.2. Încrengătura Angiospermae. Plante ierboase sau arborescente caracterizate prin sămânţa care se dezvoltă într-un locaş special, închis, ovarul, format prin sudarea carpelelor (fig. 3.27.*a*), precum şi prin existenţa unei flori. După cum embrionul apare cu unu sau două cotiledoane, se divid în:

a. Clasa Monocotyledonate, cu seminţe cu un singur cotiledon şi frunze cu nervuri paralele(ex. diferite tipuri de palmieri). Frecvent genul *Sabal* (Paleogen-Actual) (fig. 3.27.*b*), *Typha* (papura), *Palmoxylon* (palmier), *Bambusa* (bambus).

b. Clasa Dicotyledonate, cu seminţe cu două cotiledoane şi frunze cu nervaţiune reticulară, tulpini cu structură caracteristică. Au apărut în Cretacicul inferior în America şi în cel superior în Europa (după o evoluţie începută mai demult). Astăzi cu maximum de dezvoltare. Sunt reprezentate prin genuri ca *Salix* (salcia), *Populus* (plop), *Fagus* (fag), *Cinnamomum* (scorţişoara), *Laurus* (dafin), *Ficus* (smochin), *Ulmus* (ulm), *Tillia* (tei), *Acer* (arţar), *Fraxinus* (frasin), *Quercus* (stejar), *Betula* (mesteacăn) (fig. 3.27.*c-l*).

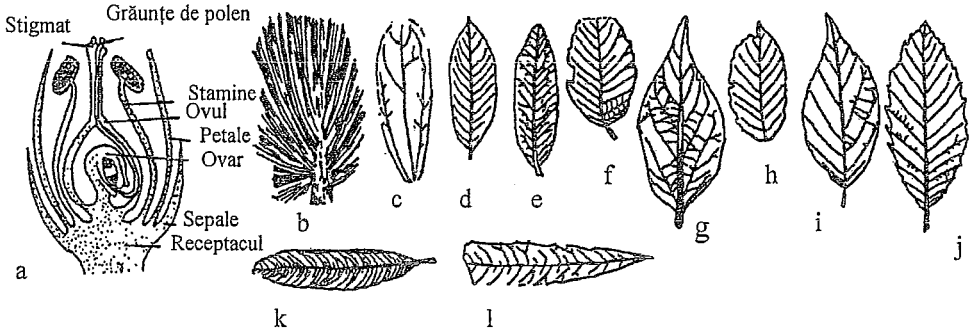


Fig. 3.27. *Angiospermae: a – floare hermafrodită de angiosperme; b – Sabal major; c – Cinnamomum; d – Magnolia; e – Laurus; f – Ulmus; g – Ficus; h – Quercus; i – Fagus; j – Castanea; k – Salix; l – Myrica.*

3.5.4. SPORI ŞI POLEN

Sunt elemente reproducătoare ce se păstrează în sedimente împreună cu alte microorganisme vegetale, fragmente de ţesuturi, constituind materialul de studiu al *palinologiei*. Cercetarea lor este foarte importantă în precizarea limitelor stratigrafice, în petrol la corelarea unor coloane litologice, la corelarea unor depozite de cărbuni îndepărtate, în paleogeografie, paleoclimatologie, paleoecologie, sistematica plantelor.

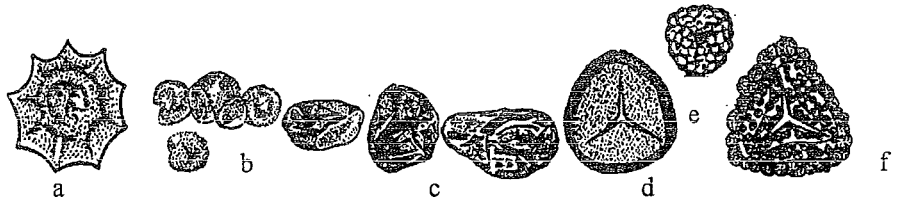


Fig. 3.28. *Spori: a – Globochaete sp.; b – Globochaete alpina; c – Sphenophyllostachis nindeli; d – Adiantum cuneatum; e – Selaginella granata; f – Criptogamma crispa.*

Materialul se scoate din roci prin dezagregare, macerare, centrifugare, filtrare, se fixează pe lamele de sticlă şi se studiază la microscop. Sporii provin de plante inferioare (Thallophyta, Pteridophyta) şi se recunosc după forma tetraedrică, elipsoidală sau reniformă, după tăietura (fanta) triradiară sau rectilinie, chiar după intensitatea culorii (fig. 3.28).

Grăunții de polen provin de la gimnosperme, angiosperme și se clasifică după prezența sau absența sacilor aerieni, a porilor, a șanțurilor, după asocierea șanțurilor sau perforațiilor (lacune), după ornamentația învelișului extern (exina) (fig. 3.29).

Fig. 3.29. *Polen: a, b, c – polen de conifere; d, e – polen de dicotyledonate.*

3.5.5. REGNUL ANIMALIA

3.5.5.1. SUBREGNUL METAZOARE

Organisme pluricelulare, heterotrofe, cu corp alcătuit din celule diferențiate și cu funcțiuni separate: celule nervoase, musculare, senzitive, gastrice, care intră în constituția diferitelor țesuturi. Dezvoltarea metazoarelor pornește de la o celulă primordială, *oul*, rezultată din unirea gameților (masculin = spermatozoidul și feminin = ovulul), trece prin stratul embrionar cu cele trei forme intermediare: morula, blastula, gastrula, se separă foițele embrionare care, ulterior, prin diferențiere formează țesuturile care vor alcătui organismul definitiv.

a. Încrengătura Porifera. Organisme pluricelulare, marine rar dulcicole, cu sau fără simetrie, cu țesuturi puțin diferențiate. Corpul, fixat prin partea inferioară este moale, în formă de sac străbătut de numeroși pori, unul din ei mai mare = *oscul*, cu rol de gură și anus. Interiorul sacului (cavitatea pseudogastrică) este căptușită cu celule speciale cu guleraș și flagel, *choanocyte* (fig. 3.30), a căror totalitate formează *choanosomul*. Prin mișcările flagelilor se produce un curent de apă care pătrunde prin porii inhalatori (de la exterior) și iese prin oscul, transportând în cavitatea pseudogastrică particule nutritive. După alcătuirea choanosomului, spongierii pot fi de trei tipuri: tip ascon (simplu - cavitatea pseudogastrică căptușită cu choanocyte și străbătută de canale simple) (fig. 3.30.*a*); tip sycon (choanosomul căptușește scobituri ale peretelui cavității pseudogastrice formând coșulețe vibratile) (fig. 3.30.*b*); tip leucon (coșulețe vibratile se afundă în grosimea mare a peretelui cavității determinând canale comunicante inhalante și exhalante) (fig. 3.30.*c*).

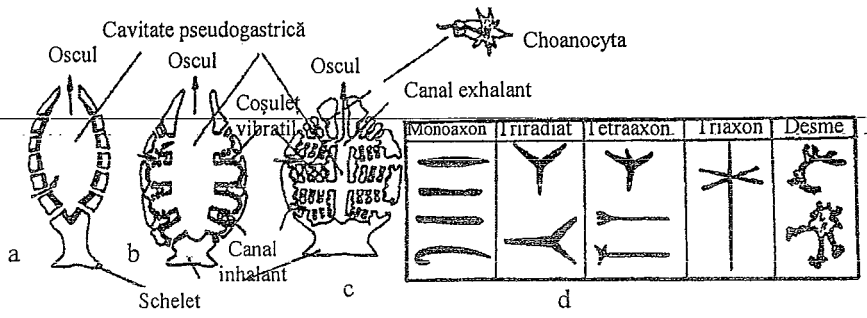


Fig. 3.30. *Spongieri: a – tip ascon; b – tip sycon; c – tip leucon; d – tipuri de spiculi.*

Corpul moale este susţinut de un schelet alcătuit din spiculi silicioşi (opal) sau calcaroşi (calcit), care după dimensiuni pot fi megasclere (vizibile cu ochiul liber) şi microsclere (microscopice), liberi sau legaţi într-o reţea scheletică şi care se păstrează prin fosilizare. Diversele tipuri de spiculi se văd în figura 3.30.*d*. Spongierii silicioşi au şi un al doilea schelet de protecţie = schelet cortical, format prin modificarea părţii superficiale a scheletului fundamental sau din megasclere speciale care susţin epiderma. Cele aproximativ 5000 de specii actuale de spongieri sunt grupate în trei clase distincte: *Hexactinellida* (spongieri sticloşi), *Demospongia* şi *Calcarea* (spongieri calcaroşi).

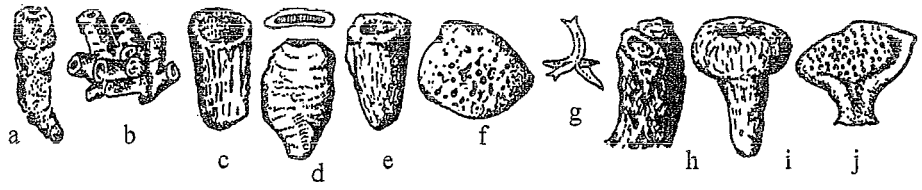


Fig. 3.31. *Spongieri: a – Perronidella cylindrica; b – Barroisia; c – Craticularia paradoxa; d – Tremadyction phylloideum; e – Cypellia rugosa; f – perforaţii de Cliona; g – spicul de Pachastrella; h – Cylindrophima; i – Mellonella; j – Verruculina auriformis.*

Stromatoporoideele (Cambrian-Cretacic). Porifere coloniale cu schelet masiv încrustat alcătuit din strate succesive concentrice (lamine) susţinute unele de altele prin pilieri dispuşi neregulat şi grupate în cruste = latilamine corespunzătoare unei perioade de creştere. În elementele scheletice ale unor structuri a fost pusă în evidenţă prezenţa spiculilor de tip porifera. Majoritatea spiculilor observaţi sunt silicioşi fapt ce a condus la concluzia că aparţin spongierilor demospongi. Scheletul principal era format din spiculi legaţi între ei prin spongină. Din loc în loc sunt străbătute de tuburi perpendiculare care apar la suprafaţă sub formă de orificii stelate (*astrorhize*) sau mai mici, simple, de mameloane, protuberanţe (fig. 3.32).

b. Încrengătura Archaeocyatha. Grup de organisme cu poziţie sistematică nesigură, cu corpul protejat de un schelet calcaros de forma unei cupe, fixat în partea inferioară prin prelungiri radiculare. Scheletul este format din doi pereţi perforaţi intern şi extern, delimitând între ei un spaţiu în care se dezvoltă septe verticale, radiare, perforate (fig. 3.33), la unele specii (*Coscinocyathus*) şi elemente transversale, tabule. Uneori, scheletele se complică prin apariţia unor lame (disepimente), orizontale, curbate sau a unor prelungiri aciculare (sinapticule).

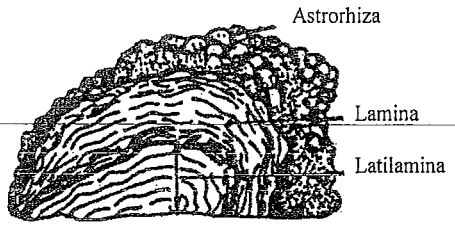


Fig. 3.32. *Stromatopora (Ordovician-Permian; Jurasic-Cretacic).*

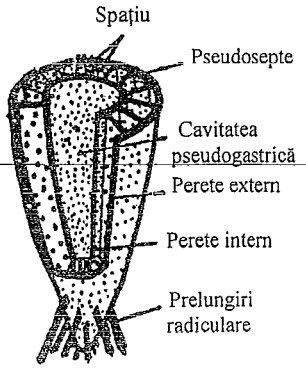


Fig. 3.33. *Schema unui Archaeocyatid.*

Cavitatea centrală, de formă conică are la partea superioară un orificiu larg. În stadiul larvar sunt forme libere, planctonice, fără schelet cu mare răspândire geografică. Sunt forme caracteristice pentru Cambrian şi cuprind familia *Archaeocyathidae* (cu septe verticale, radiare) şi familia *Coscinocyatidae* (în plus cu septe transversale).

c. Încrengătura Cnidaria. Cnidarii (gr. *cnidos* = ac urzicător) sunt metazoare inferioare, frecvent marine cu corpul moale în formă de sac cu o singură deschidere, orificiul buco-anal (celenterom) înconjurate de braţe tentaculare. Corpul este alcătuit din ectoderm, endoderm şi o materie gelatinoasă necelulară, mezoglea. Prezintă alternanţă de generaţii: una asexuată, fixă, cu simetrie radială (polipul), cu schelet mineral extern (polipierit = coralit) şi alta sexuată, liberă, cu simetrie tetraradială (meduza). Pot trăi ca polipi solitari sau în colonii, când se înmulţesc prin înmugurire şi pot avea indivizi specializaţi în funcţii diferite (polimorfism colonial).

Cnidarii sunt înarmaţi cu celule urzicătoare numite *nematocyste*, stimulate chimic sau mecanic, care atinse, chiar din întâmplare, vor ejecta ace cu ţepişori muiaţi în otravă. Există patru grupuri (clase) majore de cnidari: *Anthozoa*, care include coralii adevăraţi, anemonele şi creioanele de mare; *Cubozoa*, meduzele cutie cu ochi complecşi şi toxine foarte puternice; *Hydrozoa*, cel mai divers grup cu sinofore, hydroide, corali de foc şi multe meduze; şi *Scyphozoa*, meduzele adevărate.

Clasa Hydrozoa. Cnidariide coloniale, calcaroase, cu polimorfism colonial (gastrozoizi = polipi de hrănire, dactilozoizi = apără colonia, gonozoizi = cu rol de înmulţire), cu simetrie radială şi cavitate gastrică simplă neseptală. Se remarcă ordinul *Hydroida* (Cambrian – Actual), având ca gen important pe *Hydractinia* (Cretacic, Eocen-Actual) (fig. 3.34), formă colonială cu indivizi diferenţiaţi.

Clasa Scyphozoa. Cnidariide marine libere sau fixate cu simetrie tetraradială şi cavitate gastrică compartimentată de patru septe. Organismele din această clasă sunt grupate în două subclase: *Scyphomedusae*, care cuprinde şi meduzele actuale, care, având corpul moale, rar s-au păstrat ca impresiuni pe sedimente din Cambrian, mai frecvent pe calcare jurasice (Solenhofen); şi *Conulata* (Cambrian-Triasic) (fig. 3.35), organisme marine cu aspect conic sau de piramidă alungită, fixate în stadiu tânăr într-un disc. Pereţii externi, subţiri, din lamele de chitină fosfatică şi fosfat de calciu prezintă o linie mediană şi încreţituri transversale. De-a lungul muchiilor sunt şanţuri angulare.

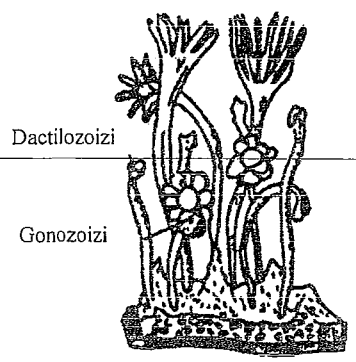


Fig. 3.34. *Hydratinia.*

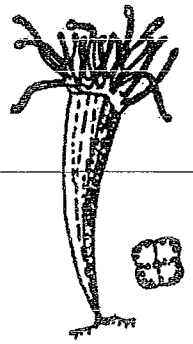


Fig. 3.35. *Conularia.*

Clasa Anthozoa. Anthozoarele (gr. *anthos* = floare; *zoon* = animal) sunt organismele marine care includ coralii, anemonele de mare, evantaiele şi creioanele de mare, lipsite de meduze, în general forme coloniale cu aspecte variate: arborescente, cruste, meandriforme, tufe, flori. Au cavitatea gastică împărţită în loji prin pereţi membranoşi, sarcosepte (şase sau multiplu de şase la zooantari, opt la octocoralieri). La partea superioară, fiecărei loji îi corespunde un tentacul. În mijlocul coroanei de tentacule se află gura ce conduce printr-un tub faringian la cavitatea gastrică (fig. 3.36). Corpul moale este protejat de un schelet cornos sau calcaros. Anthozoarele se împart în trei grupuri (subclase) majore: *Zooantharia*, care include coralii „adevăraţi" şi anemonele de mare, bine reprezentaţi ca fosile, şi care se subîmpart în şapte ordine: *Scleractinia*, *Zoanthinaria*, *Corallimorpharia*, *Actinaria*, *Rugosa*, *Heliolitida* şi *Tabulata*; *Octocorallia*, care include creioanele de mare, „coralii moi" şi evantaiele de mare; şi *Ceriantipatharia*, cu două ordine: *Ceriantharia* şi *Antipatharia* (corali negri).

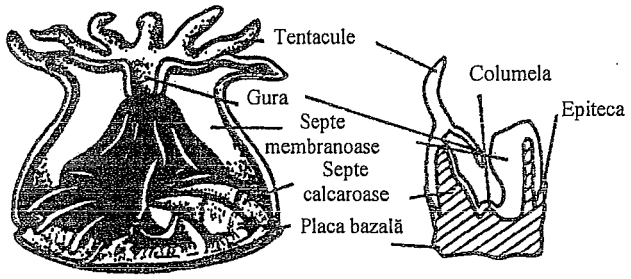


Fig. 3.36. *Organizarea schematică a unui polip de corali.*

Subclasa Octocorallia. Coralieri coloniali, fără importanţă stratigrafică, cu corpul împărţit în opt loji cu opt tentacule penate(fig. 3.37). Au schelet calcaros (aragonit, magnezit), rar cornos, format din mezoglee, sub formă de spiculi (sclerita) sau prin cimentare, tuburi (genul *Tubipora* – Actual), ramuri masive (genul *Corallium rubrum* = mărgean – Actual).

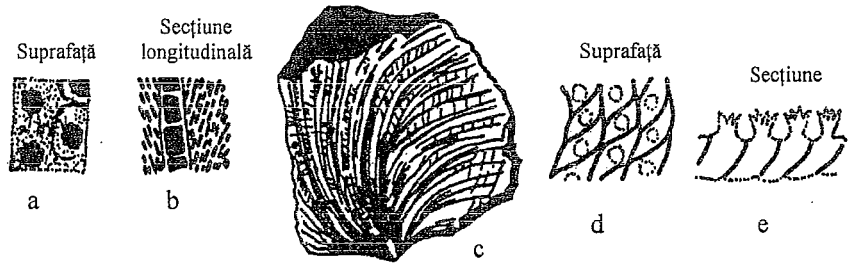


Fig. 3.37. *Octocorallia: a, b – Heliopora (detaliu); c – colonie de Cancellophycus; d, e – Cancellophycus (detaliu).*

Subclasa Zooantharia. Coralieri solitari sau coloniali cu mare importanţă stratigrafică, având corpul moale protejat de un schelet extern (polipierit = coralit) calcaros (aragonit – calcit) secretat de celule speciale, calicoblaste, ce se găsesc în ectoderm. Iniţial, polipul secretă placa bazală (prototeca) (fig. 3.36) din care începe să se dezvolte în sus septe calcaroase (sclerosepte) cu aspect de lame verticale, radiare alternante cu septele

membranoase (sarcoseptele). În jurul marginilor externe, polipul secretă prin creştere un perete inelar (teca = zidul) care poate fi de mai multe tipuri (fig. 3.38.*a,b,c*). Când se formează din capetele lăţite ale septelor = pseudotecă. Când polipieritul este răsfrânt la exteriorul tecii, se poate forma un al doilea zid, epitecă (fig. 3.38.*a,b,c*).

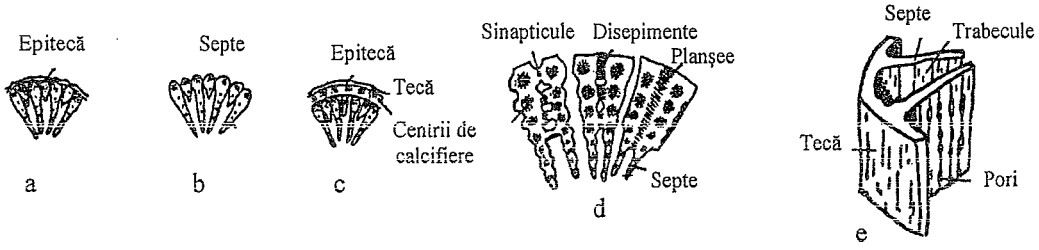


Fig. 3.38. *Structura scheletului calcaros la Zooanthari: a – zid septotecal cu epitecă; b – zid septotecal cu pseudotecă; c – zid epitecal cu tecă şi epitecă; d – septe cu centrii de calcifiere; e – septe aporoase şi poroase.*

Coloniile masive pot avea o epitecă comună, holoteca. În mijlocul plăcii bazale se poate înălţa columela (stâlp), uneori completată cu stâlpi suplimentari (palişi). Scheletul se poate complica prin apariţia altor elemente: sinapticule, disepimente, planşee (fig. 3.38.*b*), formând un aşa-numit *ţesut veziculos*.

Ordinul Tetracoralieri (Rugosa). Coralieri fosili (Paleozoic), forme individuale, rar coloniale numiţi rugoşi, deoarece au un zid gros de tip septotecal cu epitecă (fig. 3.38.*a*). Frecvent au ţesut vezicular. Au simetrie hexameră (sesizată în primele stadii ale dezvoltării individului) mascată de dezvoltarea ulterioară a septelor în patru câmpuri, rezultând aspect de simetrie bilaterală, (de aceea s-au numit iniţial tetracoralieri). Dezvoltarea în etape a septelor se poate studia prin secţiuni succesive (fig. 3.39). Au format în Silurian calcare cu polipieri, iar în Devonian chiar calcare recifale (fig. 3.40).

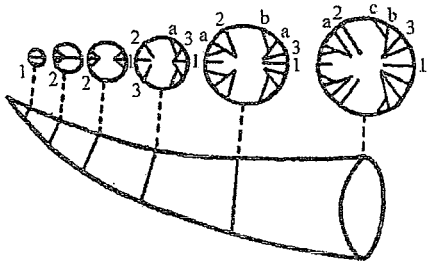


Fig. 3.39. *Apariţia septelor la tetracoralieri (Zaphrentis).*

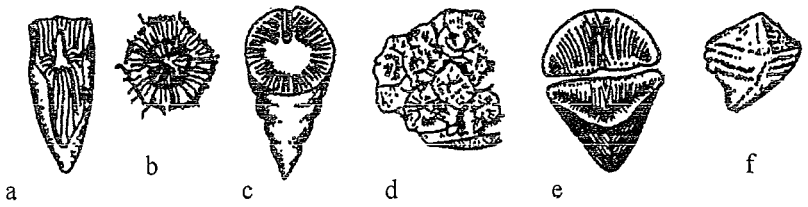


Fig. 3.40. *Tetracoralieri: a – Cyataxonia; b – Acervularia; c – Zaphrentis; d – Hexagonaria hexagona; e – calceola sandalina; f – Goniophillum pyramidale.*

Ordinul Hexacoralieri (Scleractinia). Coralieri postpaleozoici (fosili şi actuali) exclusiv marini, cu simetrie hexaradială cu unele excepţii de exemplare primitive (*Montlivaltia*) la care se menţine simetria bilaterală de tip tetracoralieri. Trăiesc în ape calde (20°C), limpezi şi agitate, puţin

adânci (adâncime < 60 m), fără aport de material terigen sau de ape dulci. Apar în zone tropicale, ecuatoriale formând recifi-barieră în preajma continentelor sau înconjurând insule (atoli). Coralii solitari pot suporta unele variaţii: adâncimi mai mari, ape mai reci. Caracterizarea, clasificarea hexacoralierilor se face după structura zidului exterior, după numărul, aspectul şi poziţia septelor şi mai puţin după forma coralierilor, a coloniei, structura septelor secundare, a columelei, a disepimentelor. Apariţia septelor se face în cicluri succesive (fig. 3.41): întâi apar primele şase septe (protosepte) (ciclul 1) determinând şase camere primare; următoarele şase septe (metasepte) apar în planul median al camerelor (ciclul 2); următorul ciclu (3) de 12 septe apare după dezvoltarea completă a septelor anterioare; următoarele cicluri de câte 12 septe apar simultan în planul median a câte 12 loji mai vechi. Hexacoralierii au format calcare recifale (gr. *bioherme* = aglomerări de viaţă) în Mezozoic şi Neozoic (fig. 3.42).

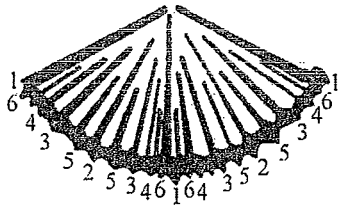


Fig. 3.41. *Apariţia septelor la hexacoralieri.*

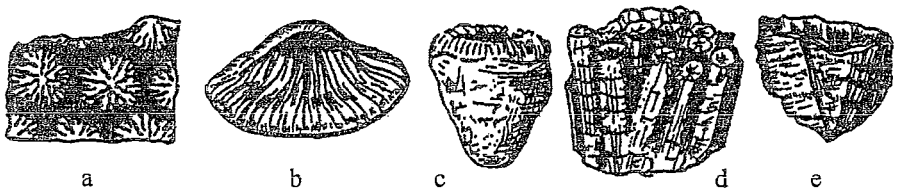


Fig. 3.42. *Hexacoralieri: a – Isastrea; b – Cyclolites undulata; c – Montlivaltia; d – Plesiastrea; e – Flabellum.*

Ordinul Tabulata. Coralieri coloniali paleozoici, un singur gen neozoic (*Lovcenipora*), alcătuiţi din polipieri tubulari, sau prismatici, caracterizaţi prin prezenţa unor pereţi despărţitori (tabule) aşezaţi transversal în lungul polipului. Au septele puţin dezvoltate şi dispuse într-o singură serie (fig. 3.43).

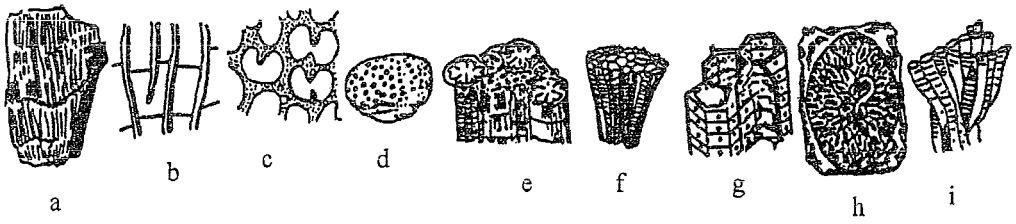


Fig. 3.43. *Tabulaţi: a, b, c – Chaetetes radians (b – secţiune transversală, c – secţiune longitudinală); d, e – Heliolites (d – colonie; e – detaliu); e, f – Favosites (e – colonie, f – detaliu); h – Pleurodictyum; i – Halysites.*

d. Încrengătura Vermes. Acestea sunt animale cu simetrie bilaterală, cu corp moale şi segmentat, nefosilizabil. S-au păstrat: urme de târâre; urmele conţinutului intestinal; uneori aparatele maxilare (scolecodonte) = unele piese dinţate numite în general conodonte (fig. 3.44.*f*), formate din fosfat de calciu, întâlnite în Paleozoic (după unii

considerate piese bucale ale vertebratelor inferioare); tuburile viermilor tubiculi (sedentari) care în asociație cu briozoare, alge calcaroase au dat calcare recifale (Toltry).

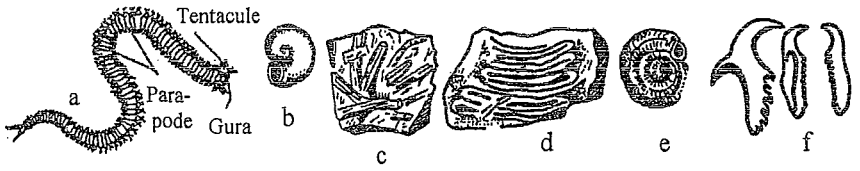


Fig. 3.44. *Viermi: a – Nereis; b – Spirorbis omphaloides; c – Jereminella piendere; d – Helminthoidea labirintica; e – Serpula; f – scolecodonte.*

e. **Încrengătura Bryozoa.** Animale de talie mică, coloniale, predominant marine, frecvente în fauna fosilă (încă din Cambrian superior) și actuală. Trăiesc în ape limpezi și agitate, la adâncimi medii. Colonia (*zoarium*), cu aspect spongios sau ramificat arborescent, este alcătuită din indivizi (zooizi) care locuiesc în căsuțe tubulare, ovoide, uneori sudate, de natură chitinoasă sau calcaroasă, numite *zoecii*, în care se pot retrage prin acțiunea unui mușchi. Uneori, zooizii sunt puși în legătură prin intermediul unor tuburi subțiri = stoloni sau prin unele orificii septale. La formele evoluate există polimorfism colonial: unii indivizi (autozooizi) au rol complex și locuiesc în autozoecii; alții (gonozooizii) au funcții de reproducere și secretă o lojă rudimentară, ovicela în care incubează ouăle (fig. 3.45.*b*); alții (heterozooizii) sunt adaptați pentru funcții de apărare, avicularii (cu aspect de cap de pasăre) (fig. 3.45.*d*) sau pentru funcții de curățire a coloniei, vibracularii (fig. 3.45.*c*). Polipidul (individul, zooidul) are corpul în formă de cupă și prezintă la partea superioară o coroană de tentacule, așezate pe un pliu cărnos al peretelui corpului, circular sau în formă de potcoavă, numit *lofofor*. În mijlocul lofoforului este gura ce se continuă cu un esofag scurt, stomacal în formă de „U", apoi intestinul care se deschide prin anus aflat fie în interiorul lofoforului (la briozoarele endoprocte), fie în afara lofoforului (la briozoarele ectoprocte, forme fosile în general) (fig. 3.45.*a*).

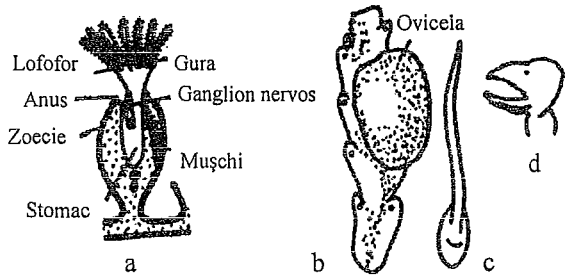


Fig. 3.45. *Briozoare: a – structura schematică; b – Crisia; c – vibracularie; d – avicularie.*

Briozoarele se hrănesc cu microorganisme, incluzând diatomee și alte alge unicelulare. Acestea sunt prinse în cursă de către tentaculele ciliate de hrănire (lofoforul). Briozoarele sunt animale hermafrodite având elementele sexuale în corpul individului (zooidului): în partea inferioară organul reproducător mascul, la partea superioară cel femel. Din ovulele localizate în ovicele apar larve ciliate libere care se vor fixa formând o nouă

colonie care se va dezvolta apoi prin înmugurire. Briozoarele apar în depozite variate, ca: argile, marne, marnocalcare, calcare. Briozoarele cu importanţă paleontologică şi stratigrafică fac parte din clasa *Gymnolaemata* şi uneori, au format adevărate calcare recifale mai ales în Badenian şi Sarmaţian (Toltry).

f. Încrengătura Brachiopoda. Animale marine, necoloniale, cu organizarea corpului evoluată, cu simetrie bilaterală, fixate definitiv sau temporar. Corpul moale (cărnos), alcătuit din aparat digestiv, circulator, excretor, sistem nervos, glande genitale, este acoperit de două membrane (foi musculoase) numite *manta* (*palium*) şi este protejat de o cochilie alcătuită din două valve inegale (fig. 3.46). Pe valve, mantaua care le căptuşeşte lasă impresiuni caracteristice. În cavitatea mantalei se deschide gura care prezintă de-o parte şi de alta prelungiri tubulare ale tegumentului, foarte alungite, răsucite în spirală, cu tentacule, alcătuind împreună *lofoforul* = branhia, organ cu rol de respiraţie şi de antrenare a curentului de apă cu particule hrănitoare spre gură. Acesta este susţinut de un schelet mineral, *brachidium*. Fixarea cochiliei se face frecvent prin *peduncul* (organ musculos), prin valve (genul *Crania*) sau prin spini (genul *Productus*) (fig. 3.47). Valva mare, ventrală = pedunculară, are partea posterioară curbată în formă de cioc = *umbone*, sub care frecvent se găseşte un orificiu, *foramen*, prin care iese organul de fixare, pedunculul (fig. 3.48). Valva mică, dorsală = brachială, poate fi bombată, dreaptă sau chiar concavă. Planul de simetrie al cochiliei trece prin umbone şi este perpendicular pe planul de separare (alipire) al valvelor. Cochiliile au dimensiuni de la câţiva milimetri (genul *Crania*) până la 30cm (genul *Gigantoproductus*). După formă pot fi: ovale (genul *Terebratula*), circulare (genul *Obolus*), semicirculare (genul *Orthis*), triunghiulare (genul *Rhynchonella*), mult lăţite (genul *Spirifer*), neregulat (genul *Richtofenia*).

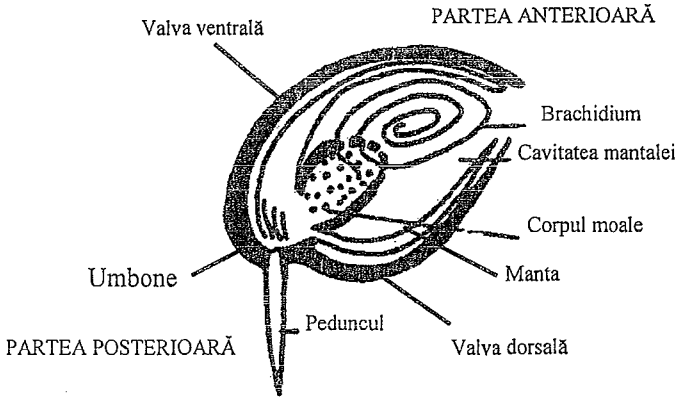


Fig. 3.46. *Secţiune printr-un brahiopod.*

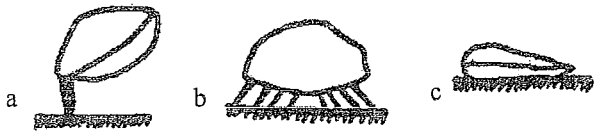


Fig. 3.47. *Moduri de fixare: a – prin peduncul; b – prin spini; c – prin valvă.*

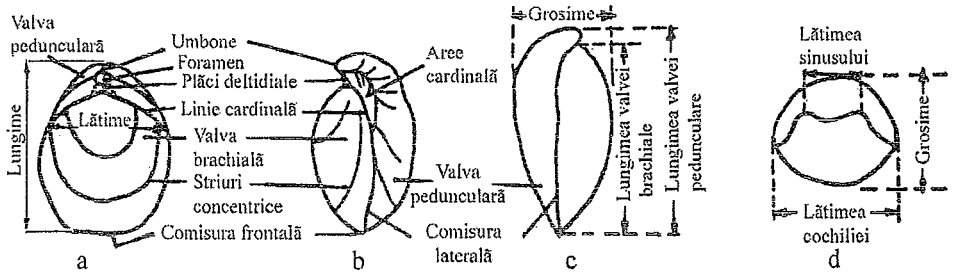


Fig. 3.48. *Caractere morfologice externe ale cochiliei de brachiopode.*

Există mai multe tipuri de cochilii după curbura valvelor (fig. 3.49). Valvele mobile una față de alta, se reunesc la partea posterioară după o linie = comisura cardinală care poate fi dreaptă sau curbă și se deschid pe la partea anterioară după o linie = comisura frontală după a cărei alură pot fi mai multe tipuri de brahiopode (fig. 3.50). Conturul liniei de alipire dintre comisura frontală și comisura cardinală formează comisura laterală (fig. 3.48.*b*, *c*).

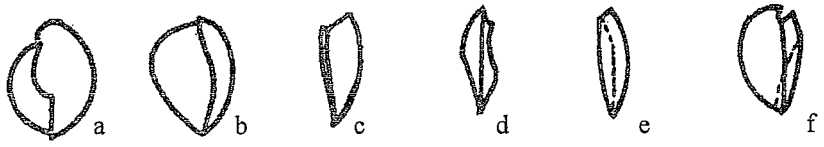


Fig. 3.49. *Forma valvelor în funcție de curbură: a – biconvexă; b – dorsal-convexă; c – plan-convexă; d – resupinată; e – concav-convexă; f – convex-concavă.*

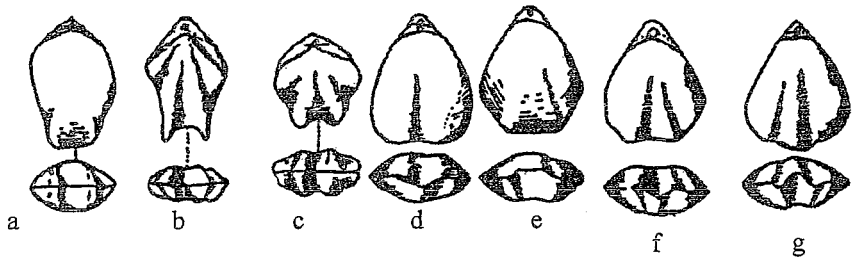


Fig. 3.50. *Tipuri de comisuri frontale: a – ortitelid; b – metacarinat; c – bilobat, d – sulcat; e – uniplicat; f – paraplicat; g – parasulcat.*

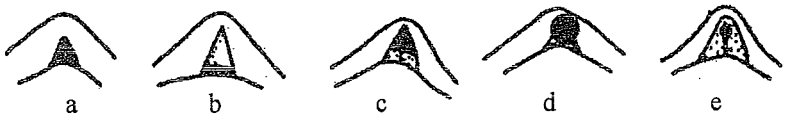


Fig. 3.51. *Tipuri de deltidium: a – delthyrium; b – pseudodeltidium; c – deltidium sectans; d – deltidium discretum; e – deltidium amplectens.*

Uneori valva mare depășește cu mult pe cea mică, printr-un spațiu triunghiular (dintre linia cardinală și umbone) numită *aree cardinală* (fig. 3.48.*b*). Un criteriu în clasificarea brahiopodelor îl constituie orificiul (foramenul) prin care iese pedunculul. La formele primitive (cl. Inarticulata, ord. Lingulida) pedunculul iese printre cele două valve; la altele, orificiul este mai mare și triunghiular, *delthyrium* (fig. 3.51.*a*), (cl. Inarticulata, ord. Neotremata); la formele evoluate (clasa Articulata), orificiul este micșorat

prin plăci secretate de manta = *deltidium* (fig. 3.51.*c*, *d*, *e*) sau chiar de peduncul = *pseudodeltidium* (fig. 3.51.*b*), (ord. Strophomenida, Orthida); când orificiul se prelungeşte şi pe valva brachială, se numeşte *notothyrium*.

La interior, valvele păstrează impresiunile lăsate de muşchii închizători (adductori), deschizători (abductori = disjunctori) şi pedunculari (fig. 3.52). Articularea valvelor se face prin muşchi la formele primitive (cl. Inarticulata) sau prin aparat cardinal (lat. *cardo-inis* = ţâţână) la formele evoluate. Este alcătuit din doi dinţi dispuşi pe câte o placă dentară, pe valva ventrală şi două fosete pe cea dorsală. Plăcuţele dentare unite printr-un septum formează un ansamblu = *spondylum*, în funcţie de care, de asemenea, se clasifică brahiopodele. Pe valva dorsală se mai află scheletul de susţinere al lofoforului, anume brachidiumul. Poate fi alcătuit din două apofize simple (*crure*) (fig. 3.53.*a*), continuate printr-o lamă subţire calcaroasă arcuită (tip *campilopegmat*) (fig. 3.53.*b*), sau răsucite în spirală (tip *helicopegmat*) (fig. 3.53.*c*).

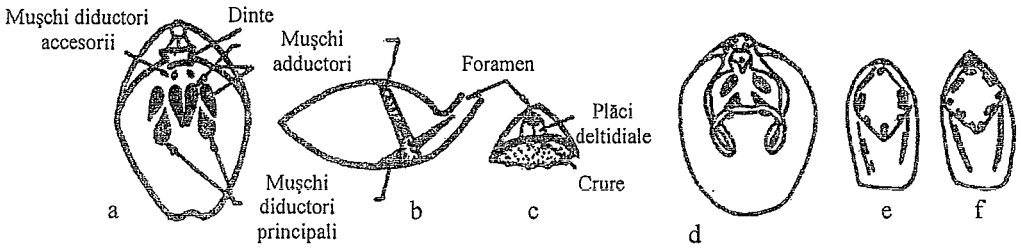


Fig. 3.52. *Interiorul valvelor la brachiopode: a, b, c – articulate; d, e, f – nearticulate (d, e – valva dorsală; f – valva ventrală).*

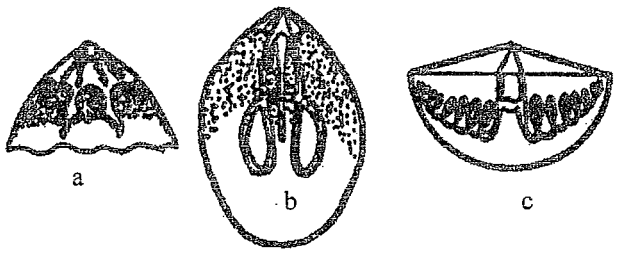


Fig. 3.53. *Tipuri de brachidium: a – crure; b – campilopegmat; c – helicopegmat.*

Cochilia, alcătuită dintr-o substanţă cornoasă şi din carbonat de calciu sau fosfat de calciu apare ornamentată la exterior cu coaste radiare, striaţiuni concentrice, noduli, ţepi. Este alcătuită din trei strate: 1) strat extern cornos, nefosilizabil (periostracum); 2) strat lamelar subţire cu aspect fibros (din lame de $CaCO_3$); 3) strat intern, gros alcătuit din prisme de calcit. Ultimele două pot fi străbătute de canale în care pătrund ţesuturi ale mantalei, uneori prelungindu-se şi la exterior prin spini (fig. 3.54). Au apărut în Cambrian, având maximum de dezvoltare în Paleozoic şi Mezozoic.

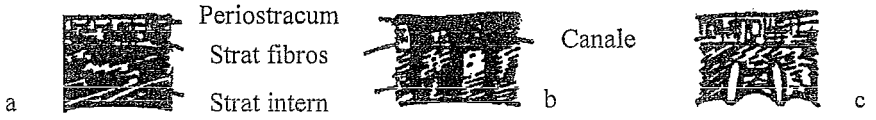


Fig. 3.54. *Structura cochiliei la brachiopode: a – impunctat, b – endopunctat; c – pseudopunctat.*

g. Încrengătura Mollusca. Animale acvatice (marine/dulcicole) frecvent bentonice, unele terestre (gasteropode), cu mare importanţă stratigrafică (peste 120.000 de specii din care 35.000 fosile). În stadiul larvar sunt planctonice ceea ce le asigură o răspândire mare. Au simetrie bilaterală care poate să dispară prin torsiunea corpului (gastropode). Corpul este nesegmentat, scurt şi moale (moluşte) şi este alcătuit din cap, sac visceral, picior şi manta (palium) mai mult sau mai puţin distincte. Este prevăzut cu organe de simţ, iar gura cu radulă (o piesă calcaroasă) la gasteropode şi cefalopode. În sacul visceral, dispus dorsal se găsesc organele de reproducere şi nutriţie. Piciorul, dispus ventral, serveşte la locomoţie şi are diferite forme şi mărimi în funcţie de modul de viaţă, adaptare. Mantaua (palium) este o răsfrângere a tegumentului ce porneşte din partea dorsală, cu rol de a proteja corpul moale sau numai sacul visceral. Aparatul respirator este format din branhii la moluşte acvatice sau dintr-o cameră (cavitate) pulmonară la cele terestre. Aparatul circulator este alcătuit din inimă, situat în apropierea aparatului respirator şi vase de sânge. Frecvent corpul este protejat de o cochilie calcaroasă variabilă ca formă, dimensiuni, după modul de viaţă. Moluştele se clasifică în cinci clase: *Amphineura*, *Scaphopoda*, *Lamellibranhiata*, *Gasteropoda*, *Cephalopoda*.

Clasa Scaphopoda. Moluşte marine bentonice (trăiesc afundate în nisip) cu corpul învelit de manta şi protejat de o cochilie de aragonit tubulară – conică, puţin curbată, deschisă la ambele capete, netedă sau ornamentată cu coaste longitudinale. Exemplu: genul *Dentalium* (Eocen-Actual) (fig. 3.55), cu cochilie ornamentată şi cu deschiderea superioară mai largă. Frecvent în Miocen (Lăpugiu).

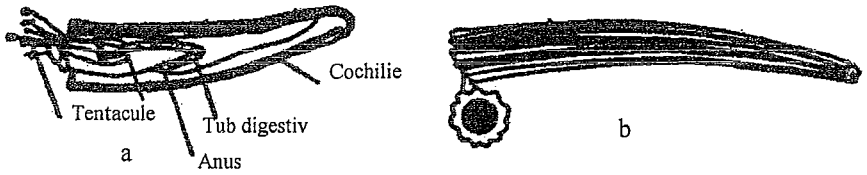


Fig. 3.55. *Dentalium: a – schema organizării; b – aspect exterior.*

Clasa Bivalve (Lamellibranchiata; Acephale = nu au cap individualizat; Pelecypoda = picior musculos în formă de lamă). Moluşte marine, rar salmastre, dulcicole, cu simetrie bilaterală (plan de simetrie între cele două valve, spre deosebire de brahiopode unde era perpendicular). În stadiu larvar sunt pelagice, iar în stadiu adult, bentonice (frecvent în zona ţărmului, dar pot fi şi la 4000-5000 m adâncime). Cu câteva excepţii de carnivore, se hrănesc cu detritus vegetal, plancton adus spre gură de curentul de apă. Ca urmare sunt semisesile (semifixate), când rar se deplasează pe distanţe mici, sau sesile (fixate temporar sau permanent). Fixarea se face prin *bissus* (fibre gelatinoase secretate de o glandă aflată în picior), (genul *Mytilus*, genul *Dreissena*) sau prin valvă (genul *Ostrea*). Unele stau afundate în nisip (când se produc modificări adaptative ale corpului moale şi a cochiliei sau perforează lemnul), (genul *Teredo*), rocile calcaroase (genul *Lithophaga*), sau se fixează pe alge, alte cochilii sau animale.

Corpul moale este format din *sac visceral*, în care sunt cuprinse diferite organe. Spre partea anterioară şi ventral (fig. 3.56) aceasta se prelungeşte prin organul musculos, *piciorul* prin care se afundă în nisip sau se mişcă pe substrat. Nu există cap. Ochii, când există, apar pe marginea mantalei. Gura înconjurată de patru prelungiri se deschide anterior. Ea se continuă cu esofag, stomac mare urmat de intestin care se deschide prin anus (dispus posterior). Inima este situată dorsal. Sistemul nervos este format din ganglioni, şi cordoane nervoase.

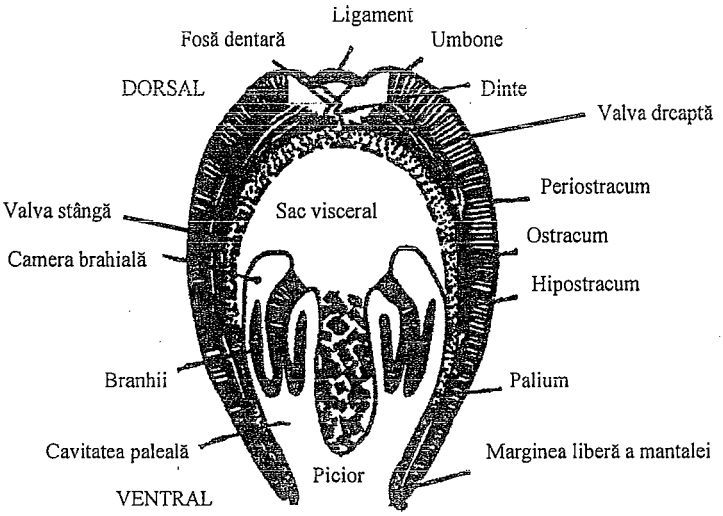


Fig. 3.56. *Morfologia internă schematică a unei bivalve.*

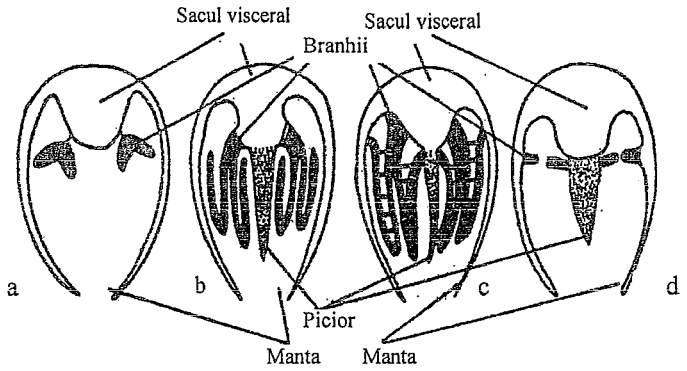


Fig. 3.57. *Tipuri de branhii: a – protobranhiata; b – filibrahiata; c – eulamelibranhiata; d – septibranhiata.*

Sacul visceral este înconjurat de o răsfrângere tegumentară numită *manta* (*palium*). Doi lobi ai mantalei delimitează un spaţiu = *cavitatea paleală* în care se află de-o parte şi de alta, branhii cu aspectul unor lame lungi cu structură complicată (fig. 3.57). Cavitatea paleală comunică cu exteriorul prin porţiuni unde marginile mantalei nu sunt alipite una de alta. În partea anterioară este o porţiune prin care iese piciorul. În partea posterioară se află un orificiu (frecvent divizat în anal şi branhial) prin care iese/intră apa. Uneori aceste orificii se prelungesc ca nişte tuburi (sifoane).

Cochilia, secretată de manta, este alcătuită din două valve: dreaptă şi stângă determinate când o ţinem cu umbonele (partea dorsală) în sus şi

partea posterioară (mai lungă) spre noi (fig. 3.58). Valvele pot fi egale (echivalve) sau inegale (inechivalve), frecvent la formele fixate, sau pot fi simetrice față de umbone: jumătate anterioară = jumătate posterioară (echilaterale) sau asimetrice (inechilaterale), cu partea posterioară mai alungită. Alipirea (articularea) valvelor se face în partea dorsală după *linia cardinală* și este asigurată de ligament, șarnieră (țâțână) și mușchi.

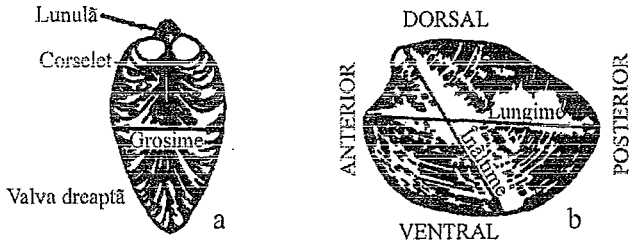


Fig. 3.58. *Elemente biometrice la bivalve.*

Vârful cochiliei = *umbonele* corespunde cu cochilia inițială a larvei înotătoare = *prodisoconca.* Umbonele este răsucit anterior (prosogir), rar posterior (opistogir) la genul *Trigonia*, genul *Nucula.* Uneori este drept (ortogir), la genul *Pecten* sau răsucit în spirală (spirogir), la genul *Diceras* (fig. 3.59). Privind cochilia dinspre partea dorsală (fig. 3.58.*a*), în dreptul liniei cardinale, unele forme au o suprafață anterioară umbonelui = *lunula* și alta posterioară = *corselet*, diferit ornamentate, cu rol în determinare.

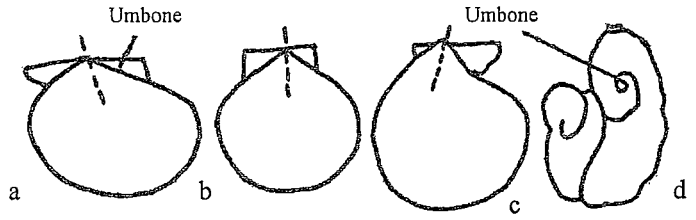


Fig. 3.59. *Recurbarea umbonelui: a – prosogir; b – ortogir; c – opistogir; d – spirogir.*

Ligamentul este organul elastic din conchiolină, dispuse dorsal, care deschide valvele când mușchii sunt relaxați. Poate fi intern (fig. 3.60.*a*) = *rezilium* când este adăpostit de o fosetă asemănătoare unei lopățele și extern (fig. 3.60.*b*) când este de mai multe tipuri: *amfidet* când se întinde pe toată lungimea părții dorsale (fig. 3.60.*c*); *opistodet* când este situat posterior umbonelui (fig. 3.60.*d*); *prosodet* când este redus și anterior umbonelui (fig. 3.60.*e*). Adesea, ligamentul se prinde de o suprafață dezvoltată între umbone = *aree ligamentară.*

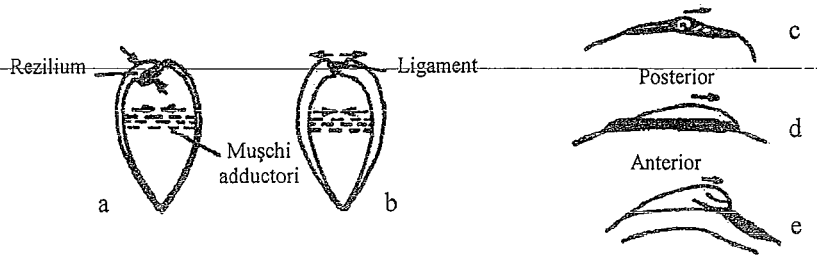


Fig. 3.60. *Ligamente: a – intern; b – extern; c – amfidet; d – opistodet; e – prosodet).*

Pentru articularea, angrenarea valvelor şi pentru a împiedica alunecarea uneia faţă de alta există o suprafaţă pe partea lor internă, sub umbone, numită *platou cardinal* pe care se află proeminenţa = dinţi, separate de fosete care alcătuiesc ţâţâna (şarniera). După numărul, forma şi poziţia dinţilor există mai multe tipuri de ţâţână, folosite în clasificarea bivalvelor.

1) Tip criptodont (gr. *kryptos* = ascuns, *odontos* = înzestrat cu dinţi), (fig. 3.61). Formă primitivă, fără platou cardinal. Angrenarea se face prin îndoituri ale marginii valvelor sau prin prelungiri ale coastelor de pe suprafaţa valvelor.

2) Tip taxodont (gr. *taxis* = aranjare), (fig. 3.62). Formă cu platou cardinal bine dezvoltat, cu numeroşi dinţi alternând cu fosete, identic pe ambele valve. Dinţii pot fi: scurţi, numeroşi, identici, cu convergenţă spre interiorul valvei = subtip ctenodont (gr. *ktenion* = pieptene), (fig. 3.62.*c*) sau alungiţi, convergând radiar spre umbone = subtip actinodont (gr. *aktis* = rază) (fig. 3.62.*b*).

Fig. 3.61. *Tip criptodont.*

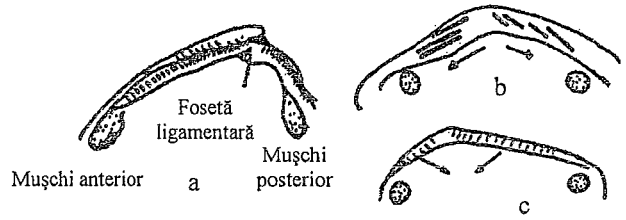


Fig. 3.62. *Tip taxodont (a); tip actinodont (b); tip ctenodont (c).*

3) Tip schizodont (gr. *schizo* = despicat, scindat) = preheterodont (fig. 3.63), numai dinţi cardinali (sub umbone), puţini şi zimţuiţi. Pe valva stângă se află un dinte triunghiular median separând două fosete, cărora pe valva dreaptă le corespund doi dinţi cardinali alungiţi separaţi de o fosetă. Exemplu: genul *Trigonia*.

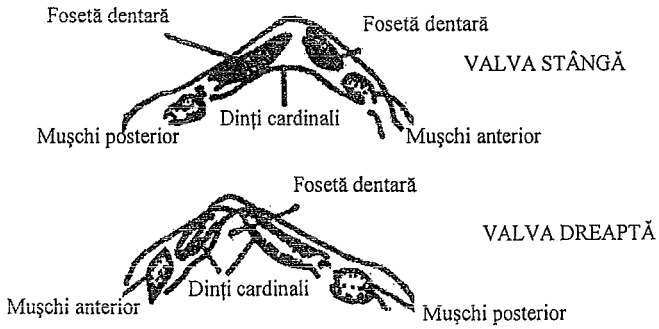


Fig. 3.63. *Tip schizodont.*

4) Tip heterodont (gr. *heteros* = diferit), (fig. 3.64). Cel mult şapte dinţi pe fiecare valvă, diferenţiaţi. Sunt dinţi situaţi sub umbone (trei sau doi) = *dinţi cardinali*, scurţi şi perpendiculari pe linia cardinală şi dinţi laterali (doi anteriori, doi posteriori) aproape paraleli cu marginea valvelor, separaţi de cei cardinali. La unele genuri (genul *Cyrena*, genul *Tapes*, genul *Cardita*) dinţii cardinali şi laterali sunt apropiaţi (fig. 3.64.*b*), la alte genuri (genul *Lucina*, genul *Cardium*) sunt complet separaţi (fig. 3.64.*a*).

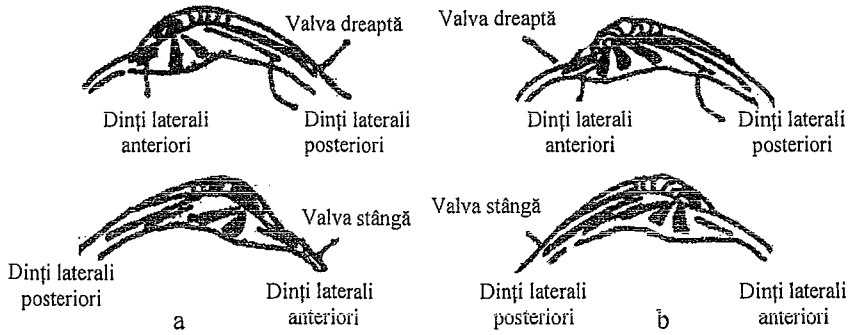


Fig. 3.64. *Tip heterodont: a – lucinoid; b – cyrenoid.*

5) Tip pachiodont (gr. *pachys* = gros, puternic), (fig. 3.65). Dinți reduși ca număr, deformați, scurți și îngroșați. Caracteristic formelor fixate, recifale (genul *Hippurites*, genul *Diceras*). La hippuriți pe valva operculară (stângă) se află impresiunea posterioară și dinți cu aspect conic: anterior și posterior. Pe valva dreaptă (fixă), apar fosele corespunzătoare dinților de pe valva stângă separate de un dinte cardinal.

6) Tip izodont (gr. *isos* = egal), (fig. 3.66). Dinții și fosetele dentare simetric așezate de foseta ligamentară internă (situată pa umbone). Pe valva stângă, de o parte și de alta a fosetei ligamentare se află două fosete dentare pentru dinții valvei drepte și apoi doi dinți puternici. Pe valva dreaptă, repartiție inversă.

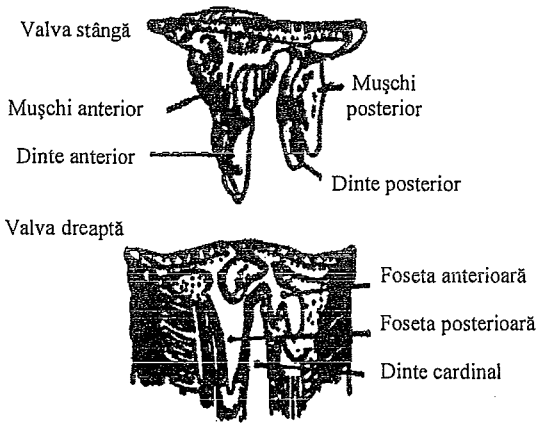


Fig. 3.65. *Tip pachiodont.*

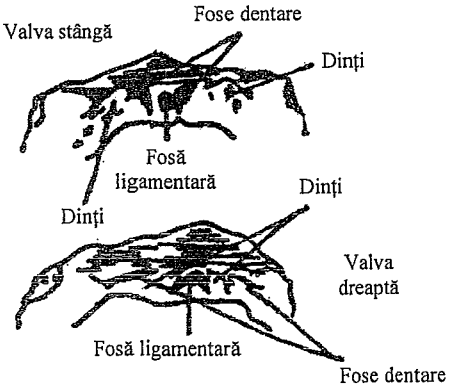


Fig. 3.66. *Tip izodont.*

7) Tip discodont (gr. *dhys* = rău, fără valoare), (fig. 3.67). Formă cu dinți slab dezvoltați sau lipsă, prin regres față de dispoziția primordială.

8) Tip desmodont ≅ Tip heterodont (fig. 3.68). Nu există dinți ci o lopățică ligamentară = *condrofor* pe care se prinde ligamentul intern. Frecvent la formele cavicole.

Fig. 3.67. *Tip discodont.*

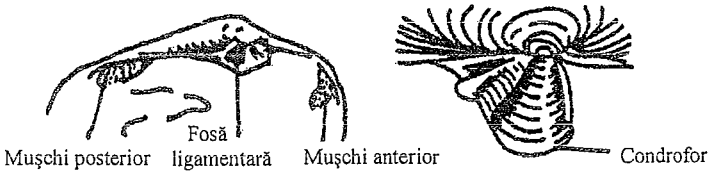


Fig. 3.68. *Tip desmodont.*

Pe faţa internă a valvelor se păstrează impresiunile muşchilor adductori (închizători), anterioară şi posterioară (fig. 3.69). Acestea pot fi: egale la bivalvele libere (*izomiare* = *homomiare*), (fig. 3.70.*a,b*); neegale (*anisomiare*) la bivalvele fixate. Impresiunea posterioară este mai mare la cele fixate prin bissus (*heteromiare*), (fig. 3.70.*c*) iar impresiunea anterioară este micşorată până la dispariţie la cele fixate prin valvă (*monomiare*), (fig. 3.70.*d*). Impresiunile musculare sunt legate prin impresiunea paleală care poate fi continuă la forme nesifonate (integripaleate) sau cu sinus adânc sub muşchiul posterior, la formele sifonate (sinupaleate), (fig. 3.69, 3.70.*b*).

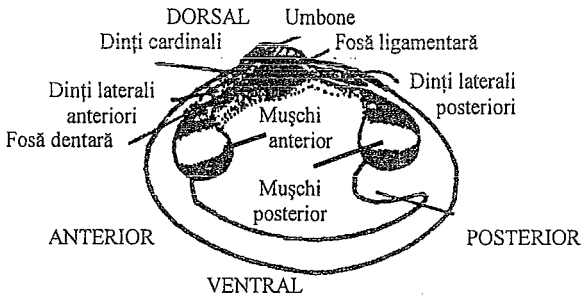


Fig. 3.69. *Morfologia internă a unei valve.*

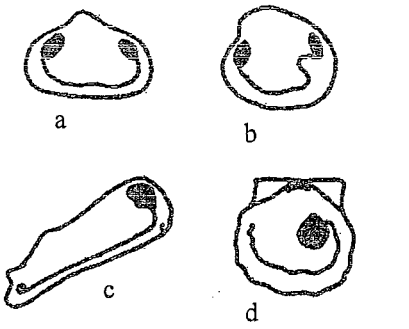


Fig. 3.70. *Modificarea muşchilor după modul de viaţă: a, b – forme izomiare; c – forma heteromiară; d – forma monomiară.*

Structura cochiliei este alcătuită din trei strate caracteristice (fig. 3.71): strat extern cornos (din conchiolină), subţire, colorat, nefosilizabil (*periostracum*); strat mijlociu (*ostracum*), din prisme de aragonit, calcit dispuse perpendicular pe suprafaţă, fosilizabil; strat intern (*hipostracum* = strat lamelar sidefos) format din lamele de aragonit alternante cu strate subţiri de conchiolină. La suprafaţă, cochiliile sunt variat ornamentate prin striuri de creştere, coaste, noduri, spini (fig. 3.72). Bivalvele au apărut în Silurian, având maximum de dezvoltare în Mezozoic şi Neozoic.

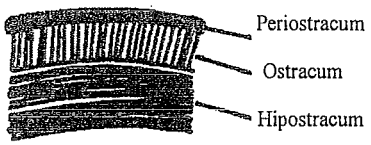


Fig. 3.71. *Structura valvelor.*

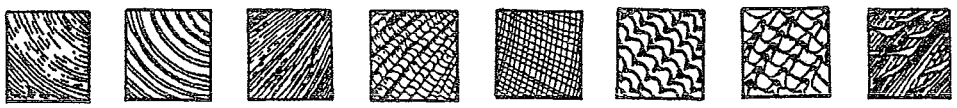


Fig. 3.72. *Tipuri de ornamentaţii: a – striuri concentrice (Lucina); b – dungi concentrice (Inoceramus); c – coaste fine (Daonella); d – coaste reliefate (Prosodacna); e – reticulată (Venus); f – crenelată (Pecten); g – imbricată (Cardium); h – coaste cu spini (Spondylus).*

Clasa Gastropoda (lat. *gaster* = pântec, *podos* = picior). Sunt cele mai numeroase moluşte în fauna actuală (cca. 90.000 de specii). Trăiesc in ape marine, salmastre, dulcicole sau în mediu terestru. Sunt animale bentonice mai mobile decât bivalvele deplasându-se cu ajutorul unui picior musculos, lat situat la partea ventrală a corpului şi adaptat pentru plutire, înot sau târâre. Au corpul alcătuit din cap, sac visceral, manta şi picior, totul

protejat de o cochilie secretată de manta, răsucită în spirală (fig. 3.73) astfel că simetria bilaterală este mascată prin torsiunea viscerelor. Unele organe simetrice se atrofiază în timpul rotirii. Capul este distinct, are una sau două perechi de tentacule, ochi, o gură cu aparat masticator, radula. Mantaua, care învelește masa viscerală, se poate prelungi sub forma unor sifoane, unul anterior prin care pătrunde apa (inhalant), altul posterior (exhalant) prin care iese apa după ce a udat branhiile (una sau două), (fig. 3.74). Ele lasă anumite caractere pe cochilie. La gastropodele terestre, cavitatea mantalei devine cavitate pulmonară. Posedă aparat excretor format din rinichi (doi la formele primitive, unu la cele evoluate), aparat circulator format din inimă (un ventricul și unul sau două auricule), în legătură prin vene și artere cu branhiile. Clasificarea gasteropodelor se face după poziția inimii înaintea (opistobranhiate) sau înapoia (prosobranhiate) branhiilor.

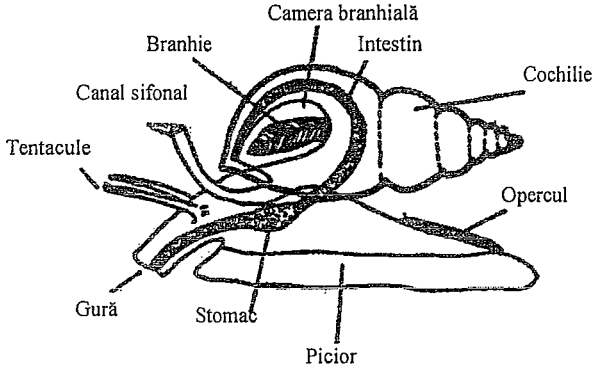


Fig. 3.73. *Schema organizării unui gasteropod prosobranchiat.*

Cochilia secretată de manta este alcătuită dintr-o singură piesă. Apare inițial la larva înotătoare ca o formă conică cu baza eliptică = *protoconca*. Prin creștere are aspect de con alungit, răsucit în spirală al cărui vârf (apex) reprezintă *protoconca* (fig. 3.74). La exterior se disting *peristomul* (marginea aperturii), *apexul* și *turele de spiră* separate de suturi. Totalitatea lor, cu excepția ultimului tur formează *spira*. Orientând cochilia cu apexul în sus și peristomul spre noi, *apertura* (deschiderea) poate fi la dreapta (dextră) sau la stânga (senestră), mai rar.

Peristomul (marginea aperturii) este alcătuită din buza externă (*labrum*) care uneori poate fi dezvoltată ca o aripă sau digitată și buza internă columelară (*labium*) cu aspect neted, la baza căreia se prinde animalul prin mușchiul columelar. Poate fi continuu, *holostom* sau discontinuu, *sifonostom* când prezintă câte un canal sifonal, anterior (inhalant) și posterior (exhalant) cu rol de protejare a sifoanelor mantalei.

La genurile primitive, ieșirea apei din camera branhială se face printr-o fantă a labrumului în legătură cu tubul anal numită *fantă pleurotomariană* (tăietură sinusară). Ea apare ca un șnur la exteriorul cochiliei. Prin sudarea pereților interni ai spirelor ia naștere un *ax columelar*. Când răsucirea nu este strânsă, pereții interni determină un spațiu conic cu deschiderea la baza cochiliei, *ombilicul*. El poate fi acoperit de o calozitate. La exterior, cochilia poate fi netedă sau ornamentată cu striuri de creștere paralele cu labrumul (axiale), cu dungi paralele cu suturile

(longitudinale), varice, noduri, spini. Unele gasteropode posedă pe partea dorsală a piciorului o piesă cornoasă, calcaroasă, *operculul*, care acoperă apertura în momentul retragerii animalului în cochilie.

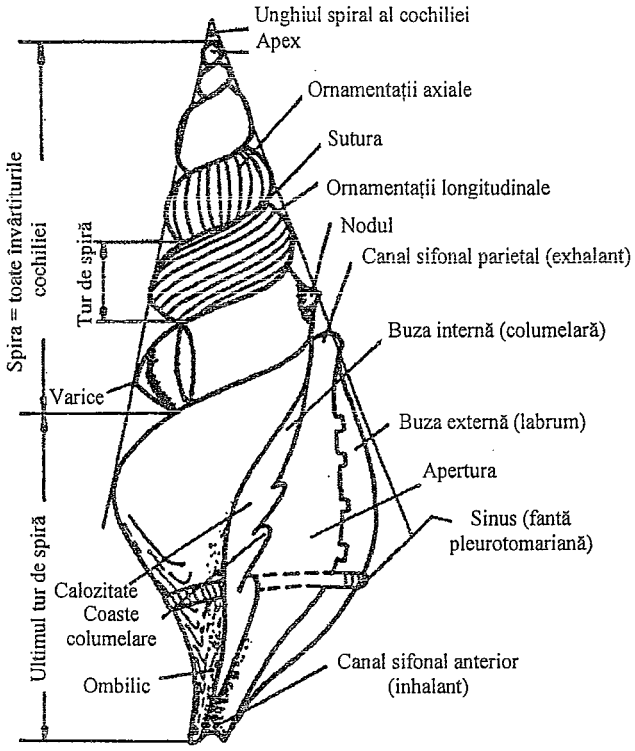


Fig. 3.74. *Structura cochiliei de gastropode.*

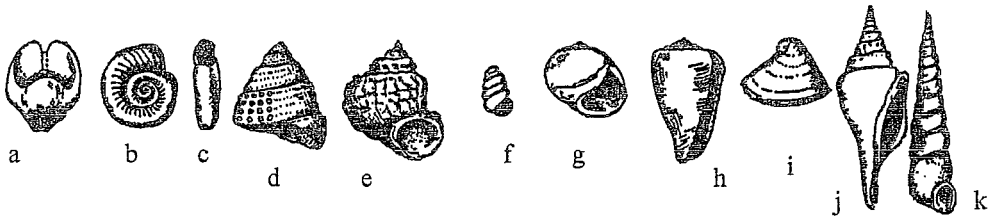


Fig. 3.75. *Tipuri de cochilii: a – plan spirală (Bellerophon); b – discoidală (Planorbis); c – trochiformă (Trochus); d – turbinată (Turbo); e – subcilindrică (Pupa); f – globulară (Natica); g – convolută (Conus); h – pateliformă (Patella); i – fusiformă (Fusus); j – turriculată (Turitella).*

Forma cochiliei se înscrie într-un unghi, *unghiul spiral*, caracteristic diferitelor genuri şi rezultă din înrularea mai largă sau mai strânsă a învârturilor. Ea poate fi de mai multe tipuri (vezi fig. 3.75).

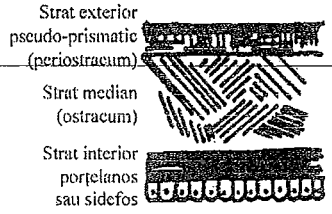


Fig. 3.76. *Structura unei cochilii de gastropod.*

Structura cochiliei este reprezentată prin trei strate: strat extern pseudoprismatic (*periostracum*); strat mediu (*ostracum*) din lamele încrucişate; strat intern porţelanos sau sidefos din lamele alternante de aragonit şi conchiolină (fig. 3.76). Au apărut în Paleozoic inferior, având maximul de dezvoltare în Mezozoic şi Neozoic, fiind bine reprezentate şi actual.

Clasa Cephalopoda. Cefalopodele, moluşte cu organizare superioară sunt animale exclusiv marine, bune înotătoare, prin larga lor răspândire cu mare importanţă în stratigrafia Paleozoicului şi mai ales a Mezozoicului. Sunt caracterizate printr-un picior (fig. 3.77) transformat în bună parte în tentacule cu ventuze, care înconjoară gura, cu rol de prindere a hranei şi în locomoţie. O altă parte a piciorului formează *hiponomul*, organ cu aspect de pâlnie, dispus ventral, funcţionând ca o pompă, cu rol în deplasarea animalului. El este marcat pe cochilie printr-un sinus hiponomic.

Corpul este alcătuit din cap distinct şi masă visceralã. Capul prezintă doi ochi, gură cu radulă şi piese cheratinoase în formă de cioc. Masa visceralã este învelită în manta care delimitează cavitatea paleală în care se găsesc branhiile. Aparatul digestiv este alcătuit din tub digestiv, stomac, intestin cu deschidere prin anus în cavitatea paleală (branhială). Aparatul circulator este format din inimă cu un ventricul şi patru auricule la tetrabranhiate sau un ventricul şi două auricule la dibranhiate. Sistemul nervos format din ganglioni. Cochilia, secretată de manta, poate fi internă (la dibranhiate) sau externă (la tetrabranhiate), dreaptă sau rulată, frecvent formată dintr-o succesiune de camere separate prin septe şi legate între ele printr-un sifon. Animalul locuieşte în ultima cameră, cea mai mare, celelalte fiind pline cu aer având rol hidrostatic.

Clasificarea cefalopodelor se face după poziţia cochiliei, numărul de branhii, numărul auriculelor. Astfel, se împart în: tetrabranhiate, cu cochilie externă, cu patru branhii, patru auricule cuprinzând subclasele *Nautiloidea*, *Bactritoidea*, *Ammonoidea*; şi dibranhiate, cu cochilie redusă, internă, cu două branhii, cu două auricule cuprinzând subclasa *Coleoidea* cu ordinele *Octopoda* şi *Decapoda*.

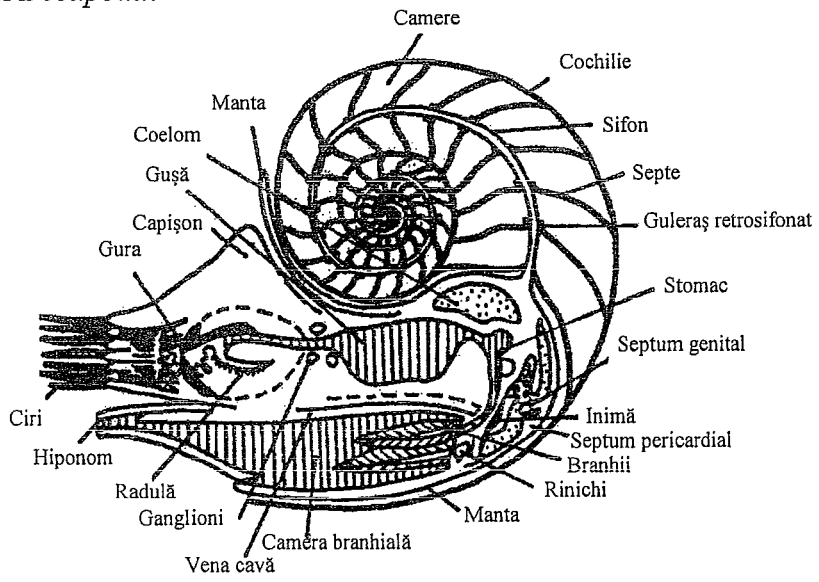


Fig. 3.77. *Nautilus, structura generală schematizată.*

Subclasa Nautiloidea. Nautiloideele au cochilie externă, bine dezvoltată împărţită în camere prin pereţi despărţitori (septe) curbaţi, cu concavitatea spre gură şi sudaţi de peretele exterior al cochiliei după o linie = linie de sutură = linie lobară, simplă, care desfăcută în plan apare dreaptă

(fig. 3.77). Sifonul (străbătut de cordonul ombilical) care face legătura între corpul moale al animalului aflat în camera ultimă, mare şi camera inițială, protoconca (nefosilizabilă), cu rol de a modifica presiunea aerului în camere, străbate pereții despărțitori având o poziție centrală, subcentrală.

În dreptul sifonului pereții au orificiile răsfrânte ca nişte guleraşe, spre posterior (camera inițială) = retrosifonat. Aspectul acestor guleraşe septale (scurte la unele genuri, prelungite până la loja anterioară ca un tub calcaros la alte genuri), sau structurile intrasifonale, au rol în clasificarea nautiloidelor.

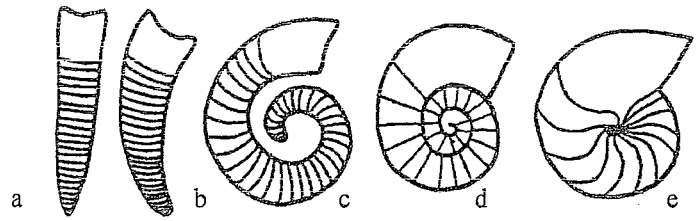


Fig. 3.78. *Tipuri de cochilii la nautiloidee:*
a – ortocon; b – cirtocon; c – girocon; d – ofiocon; e – sferocon.

Cochilia, cu simetrie bilaterală, poate avea diferite forme: dreaptă = tip ortocon, la genul *Orthoceras* (fig. 3.78.*a*); arcuită = tip cirtocon, la genul *Cyrthoceras* (fig. 3.78.*b*); plan-spirală cu spire care nu se ating = tip girocon, la genul *Phragmoceras* (fig. 3.78.*c*); plan-spirală cu spire puțin îmbrățișătoare (evolută) = tip ofiocon (fig. 3.78.*d*); plan-spirală cu spire complet îmbrățișate (ultimul tur de spiră acoperă pe celelalte = involută) = tip sferocon (fig. 3.78.*e*). Cochilia poate fi scurtă şi groasă = tip brevicon, la genul *Gomphoceras* sau inițial plan-spirală şi apoi dreaptă = tip lituicon, la genul *Lituites*. Frecvent înrularea cochiliei se face astfel încât partea ventrală, convexă, apare la exterior, iar cea dorsală la interior (înrulare exogastrică). Mai rar apare înrularea endogastrică (fig.3.79).

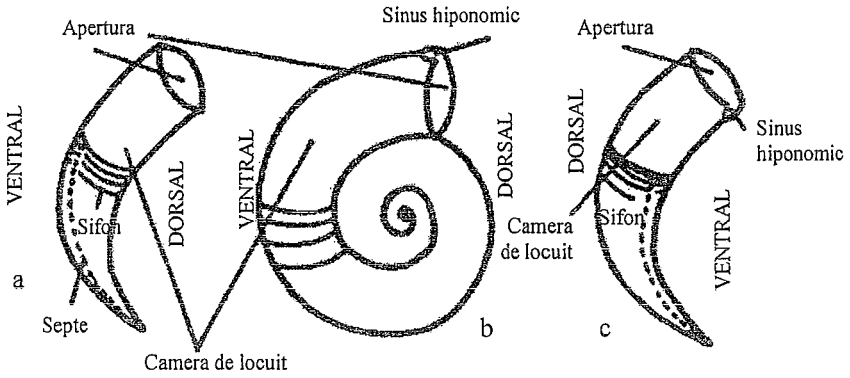


Fig. 3.79. *Tipuri de înrulare şi orientare a cochiliei la nautiloidee:*
a – înrulare exogastrică; b – înrulare endogastrică.

Deschiderea cochiliei, *apertura* este situată anterior, iar marginea ei, *peristomul*, este simplă cu excepția sinusului hiponomic sau a unor convexități apofize care o micşorează la genurile *Gomphoceras*, *Phragmoceras*. Ornamentația este simplă, redusă numai la striurile de

creştere. Apar coaste fine la exemplare din Devonian-Carbonifer. Structura cochiliei se compune din: strat extern cornos, epidermic, colorat, subţire; strat porţelanos mijlociu; strat intern sidefos din lame succesive de conchiolină şi aragonit. Nautiloideele au apărut în Cambrian, având maximum de dezvoltare în Paleozoic.

Subclasa Bactritoidea. Cuprinde genuri fără importanţă stratigrafică, dar cu importanţă evolutivă având caractere comune cu nautiloidee şi amonoidee. Au cochilii ortocone, rar cirtocone iar linia lombară prezintă un lob sifonal ventral, complicaţie care o apropie de amonoideele primitive, goniatiţi.

Subclasa Ammonoidea. Ammonoideele sunt forme fosile cu importanţă stratigrafică prin marea lor răspândire şi prin variaţia evolutivă a genurilor şi speciilor reuşind să dea indicaţii stratigrafice de amănunt. Sunt asemănătoare nautiloideelor dar se deosebesc prin mai multe caractere. Au cochilie externă răsucită plan-spiral (rar turiculată sau dreaptă) cu simetrie bilaterală netedă, cu camere determinate de pereţi despărţitori cu convexitatea spre gură (fig. 3.80).

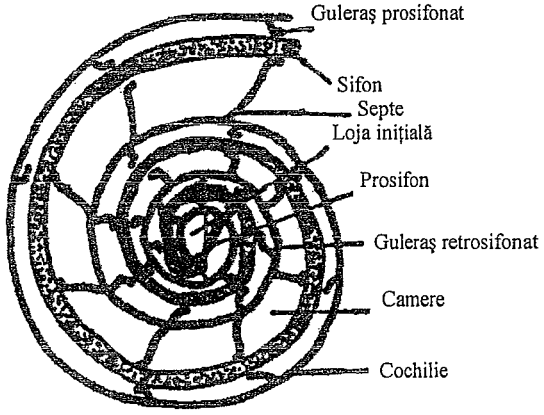


Fig. 3.80. *Secţiune printr-o cochilie de amonit.*

Linia de sutură (pereţi-cochilie) se complică progresiv de la forme primitive către cele evoluate. Sifonul are poziţia ventrală sau marginală (spre exteriorul spirei) iar guleraşele sifonale sunt iniţial retrosifonate (către afară). Camera iniţială, protoconca, de formă ovoidă – sferică, calcaroasă se păstrează în centrul cochiliei şi în ea pătrunde sifonul terminal, *coecum*, prins de perete printr-un cordon calcaros, prosifon. Structura cochiliei este asemănătoare nautiloideelor, iar forma variată: frecvent involută sau evolută cu ombilic (porţiune adâncită înconjurată de ultima spiră) = tip sferocon. Ca urmare a adaptării la diferite condiţii de mediu şi viaţă bentonică şi mai ales a regresivităţii (degenerescenţei) spre sfârşitul Mezozoicului, cochiliile apar derulate. Astfel de la forme iniţial înrulate (fig. 3.81.*a,b*) apar forme la care turele de spiră nu se ating: genul *Crioceratites* (fig. 3.81.*c*); forme cu înrulare iniţială şi ultimul tur desfăşurat: genul *Scaphytes* (fig. 3.81.*d,e*), genul *Macroscaphytes* (fig. 3.81.*f*); forme complet sau aproape complet desfăşurate: arcuite (fig. 3.81.*g*), genul *Hamites* (fig. 3.81.*h*), drepte, genul *Baculites* (fig. 3.81.*i*); forme helicoidale: genul *Turrilites* (fig. 3.81.*j*).

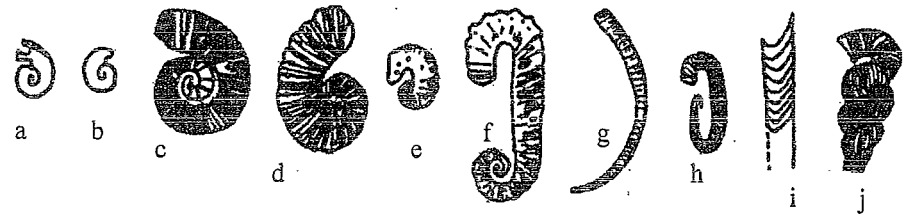


Fig. 3.81. *Tipuri de degenerare a cochiliei de amonoidee: a, b – scaphitoid; c – criocon; d – pediocon; e – scaphiticon; f – ancylocon; g – texocon; h – hamiticon; i – baculicon; j – turriliticon.*

Apertura este mărginită de *peristom* care poate fi simplu, cu sinus hiponomic la formele vechi sau complicat cu rostrum sau apofize jugale (fig. 3.82), la formele mezozoice. Forma secţiunii spirei în funcţie de dimensiunile ei poate fi: ovală, circulară, semilunară, pătratică, ogivală. La unele cochilii, apertura poate fi închisă de piese calcaroase, secretate de manta = operculi = *aptychi*. Acestea pot fi dintr-o singură piesă = *anaptychus*, din două jumătăţi nesudate = *aptychus*, din două piese sudate = *synaptychus* (fig. 3.83). Ele au structura asemănătoare cochiliei de amonoidee cu stratul calcaros median mai bine dezvoltat, ceea ce face să se păstreze mai bine în sedimente.

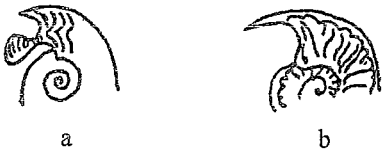


Fig. 3.82. *Tipuri de peristom: a – cu apofize jugale; b – cu rostrum ventral.*

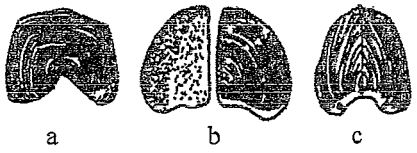


Fig. 3.83. *Tipuri de aptychi: a – anaptychus; b – aptychus; c – synaptychus.*

Caracterul tipic al amoniţilor îl formează linia de sutură (lombară) dintre peretele despărţitor al camerelor şi peretele intern al cochiliei. Ea este alcătuită din ondulaţii catracteristice, lobi şi sele. Lobii sunt ondulaţiile cu concavitatea spre deschidere iar selele sunt cu convexitatea spre deschidere. Linia de sutură are caracter evolutiv, fiind simplă la genurile primitive şi din ce în ce mai complicată la cele mai noi. Astfel, la genurile din Devonian este de tip goniatitic, cu lobi şi sele simple, nedivizate (fig. 3.84.*a*); la genurile din Carbonifer-Permian este de tip ceratitic, cu diviziuni secundare numai la lobi (fig. 3.84.*b*); la genurile din Triasic şi mai ales Jurasic este de tip amonitic, cu complicaţii prin diviziune, atât a lobilor cât şi a selelor (fig. 3.84.*c*); la ultimii amoniţi din Cretacic, linia lombară recapătă un caracter ceratitic, ca semn de regresiune a grupului, care la finele acestei perioade, dispare.

Caracterul evolutiv al liniei lombare este vizibil şi la un acelaşi individ în sensul că la primele camere este mai simplă şi treptat se complică până la forma definitivă. Caracteristică este şi linia suturală a primului sept (perete), (fig. 3.85): la goniatiţi peretele are formă circulară şi intersecţia cu peretele cochiliei dă o linie fără ondulaţii = tip *aselat*; la amoniţii evoluaţi, sela este îngustată de doi lobi laterali = tip *angustiselat*.

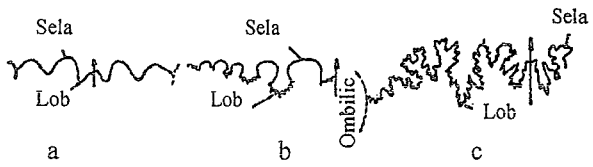


Fig. 3.84. *Linia suturală a amoniților: a – tip goniatitic; b – tip ceratitic; c – tip amonitic.*

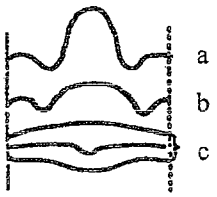


Fig. 3.85. *Linia suturală a primelor septe: a – aselat; b – latiselat; c – angustiselat.*

Ornamentația cochiliei este variată (fig. 3.86). Formele primitive sau primele stadii ale formelor evoluate posedă cochilii netede, cu striuri de creștere care treptat se vor complica la formele evoluate prin coaste, costule radiare, drepte, falciforme (formă de seceră), bifurcate, trifurcate, noduri, spini. Pot avea muchie simplă, cu șanțuri sau cu carene cordate (genul *Amaltheus*). Uneori, în sedimente apar cochilii asociate în cupluri, datorate dimorfismului sexual: formele mici = masculi, cele mari, normale = femele.

Fig. 3.86. *Tipuri de ornamentații: a, b – coaste falciforme; c – coaste simple bifurcate; d – coaste simple trifurcate; e – coaste cu noduli; f – coaste cu tuberculi și spini; g – coaste spirale; h – reticulată.*

Amonoideele se deplasau pe fund cu ajutorul brațelor (tentaculelor) iar în timpul înotului străbăteau apa cu cochilia avansând prin aruncarea unui jet de apă din camera branhială (ca și sepia). Ele au apărut în Devonian, au avut maximum de dezvoltare în Mezozoic, mai ales în Jurasic și Cretacic, dispărând complet la sfârșitul Cretacicului.

Subclasa Coleoidea. Această subclasă cuprinde cefalopodele actuale cu excepția lui *Nautilus* și forme fosile cu cochilie internă sau absentă. Denumirea lor provine de la morfologia cochiliei interne (endocochilia) a sepiei actuale, care are forma unei teci de sabie (gr. *coleos*).

Coleoideele au organe de locomoție puternice (aripioare și pâlnii), organe cu care pot prinde și manipula hrana (brațe), un organ puternic de lovire și tăiere (cioc), organe avansate de camuflaj (sac cu cerneală și cromatofori), un organ de vedere eficient (ochi adaptabili) și, de asemenea, un creier dezvoltat corelat cu un anumit nivel de inteligență. Ele au o singură pereche de branhii, sunt deci dibranchiate, iar în jurul capului poartă opt (Octopoda) sau zece (Decapoda) brațe. Mărimea coleoideelor variază de la câțiva centimetri până la 2,5 m lungimea corpului și 2 m circumferința lui. Corpul, adaptat înotului, este cilindric la calmar (*Loligo*), aplatizat la *Sepia* și globulos sau în formă de sac la caracatiță (*Octopus*). Aceste organisme trăiesc în aproape toate părțile mării, de la cele mai puțin adânci până la cele cu adâncimi mari. Foarte puține specii migrează ocazional în ape salmastre, dar nici una nu este adaptată la ape dulci. Se cunosc circa 700 de specii de coleoidee actuale.

Coleoideele sunt subîmpărţite în trei superordine, dintre care *Belemnoidea* are o importanţă paleontologică şi biostratigrafică deosebită.

Superordinul Belemnoidea. Acest ordin cuprinde coleoidee exclusiv fosile. Denumirea lor provine la forma cochiliei, care la capătul apical era înconjurată de un rostrum solid, de forma unui glonte (gr. *belemnos*), care acţiona ca o contragreutate între cap şi braţe, permiţând belemnitului să-şi menţină orientarea corectă. Corpul belemniţilor este alungit, cilindric (fig. 3.87, 3.88, 3.89) şi este alcătuit din cap distinct cu doi ochi mari laterali şi cu coroană de opt braţe scurte şi două lungi subţiri. Dorsal, scheletul este alcătuit din trei părţi: rostrum, fragmocon şi proostracum (fig. 3.87, 3.88).

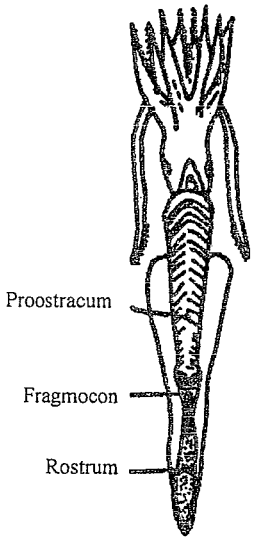


Fig. 3.87. *Belemnit reconstruit.*

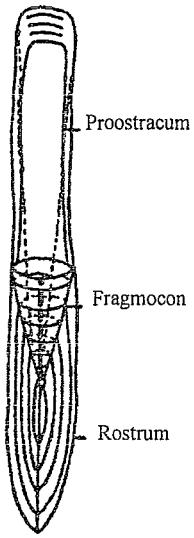


Fig. 3.88. *Cochilie internă de belemnit.*

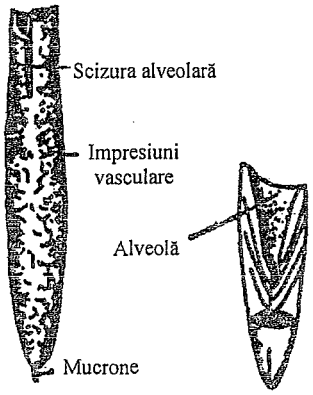


Fig. 3.89. *Rostrum.*

Rostrumul (*rostrum* = spin) (fig. 3.89) este format din prisme de calcit (se păstrează prin fosilizare) dispuse radiar în strate succesive în jurul unui ax central. El are o formă cilindrico-conică variată: ascuţită, măciucată, lanceolată, rotunjită, terminată uneori cu vârf suplimentar *mucrone*. La unele genuri liasice, rostrumul posedă o prelungire posterioară, *epirostrum* alcătuind împreună *amfiteca* (fig. 3.90). Pe suprafaţa sa, rostrumul posedă impresiuni superficiale arborescente lăsate de vasele de sânge şi şanţuri drepte (scizuri) ventrale, laterale sau dorsale, corespunzătoare inserţiei diferiţilor muşchi sau înotătoarelor laterale (şanţurile se folosesc în clasificare). La partea superioară rostrumul posedă o scobitură conică, *alveola* în care se dezvoltă fragmoconul.

Fragmoconul (gr. *phragmos* = perete despărţitor, *conos* = con) este alcătuit din aragonit şi de aceea este rar fosilizabil (fig. 3.90). Alcătuirea lui se aseamănă cu a cochiliei de nautiloidee. Este conic, uşor arcuit şi este alcătuit din camera iniţială (*protoconca*) şi o succesiune de camere separate de septe şi străbătute de un sifon marginal ventral. Uneori, se păstrează peretele extern (*conoteca*), subţire care se prelungeşte la partea dorsală cu o lamă, proostracumul.

Proostracumul (gr. *ostracon* = cochilie, *pro* = înainte) este alcătuit dintr-o materie cornoasă impregnată cu aragonit, rar fosilizabilă.

Primii belemniți din Triasic au rostrum mic și fragmocon mare; în Jurasic, Cretacic, rostrumul se mărește; în Neozoic rostrumul și fragmoconul sunt mici și se dezvoltă proostracumul numit și os de sepie.

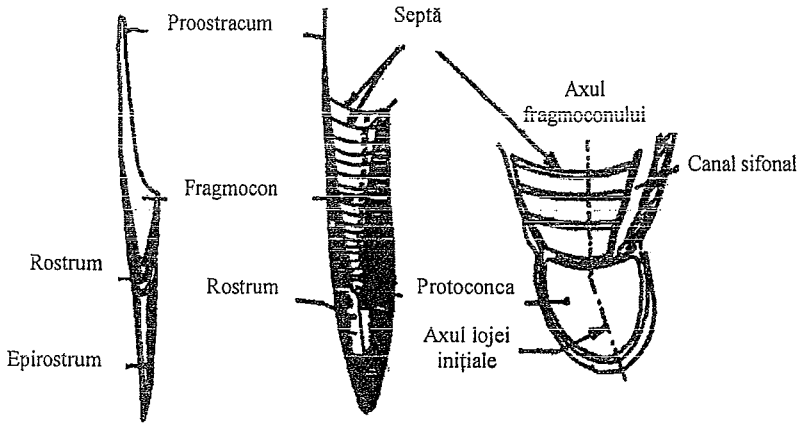


Fig. 3.90. *Secțiuni longitudinale prin scheletul belemnoideelor.*

h. Încrengătura Arthropoda. Artropodele sunt animale cu corpul protejat de un schelet extern = carapace, din chitină (hidrat de carbon azotat), segmentat și articulat, care din când în când năpârlește, permițând creșterea animalului (gr. *arthron* = articol, *polida* = picioare). Corpul cu simetrie bilaterală (dorso-ventrală), este alcătuit din cap, torace și abdomen provenite din sudarea mai multor articole, fiecare articol purtând apendice care devin organe senzoriale (antene), organe de masticație; la torace devin organe de locomoție (picioare, aripi); la abdomen, organe de înot, respirație (branhii). Sunt animale acvatice, frecvent adaptate la viața terestră, când respiră prin trahee (tuburi ramificate). Cuprind forme variate, azi reprezentate prin peste 1.000.000 de specii, au proveniență diferită (probabil din viermi inelați). Formele actuale se împart în artropode acvatice (branhiate) și terestre (traheate). Încrengătura *Arthropoda* este subdivizată în trei subîncrengături, după cum urmează: subîncrengătura *Trilobitomorpha*, cu o singură clasă *Trilobita*; subîncrengătura *Chelicerata*, cu clasă importantă *Merostomata*; și subîncrengătura *Crustacea*, cu clasele *Ostracoda*, *Cirripedia* și *Malacostraca*.

Clasa Trilobita. Trilobiții sunt artropode vechi, primitive, importante fosile caracteristice pentru Paleozoic. Sunt animale marine bentonice sau semipelagice, de dimensiuni mici, 3-10 cm excepțional 75 cm, cu corpul alcătuit dintr-un număr variabil de segmente, divizate în trei atât transversal (*cefalon*, *torace*, *pigidium*) cât și longitudinal (*rahis central* și două părți laterale, *pleure*), (fig. 3.91).

Cefalonul (cap, scut cefalic), semicircular, prezintă o regiune mai dezvoltată, globuloasă, netedă, *glabela*, purtând de o parte și de alta *obrajii* (gene) care se termină cu niște prelungiri, *spini genali*. Glabela este conică și cu șanțuri la trilobiții din Cambrian; se lățește anterior și rămâne numai cu șanțuri laterale la cei de mai târziu (evoluați). Șanțurile corespund

segmentelor sudate. Posterior, se menţine un inel nesudat *inelul occipital.* Obrajii sunt traversaţi de un şanţ, *sutura facială*, care îi desparte în obraji ficşi şi obraji mobili (externi) pe care se află *ochii.* Ochii sunt simpli sau compuşi, mari, la formele pelagice, dispuşi pe un peduncul sau atrofiaţi, la formele de adâncime. Cefalonul este înconjurat anterior de un *limb*, continuat pe partea inferioară, ventrală cu un *rostrum* şi o piesă situată înaintea orificiului bucal, *hipostom* (*labrum*), (fig. 3.92) uneori apare o piesă înapoia gurii, *metastom.*

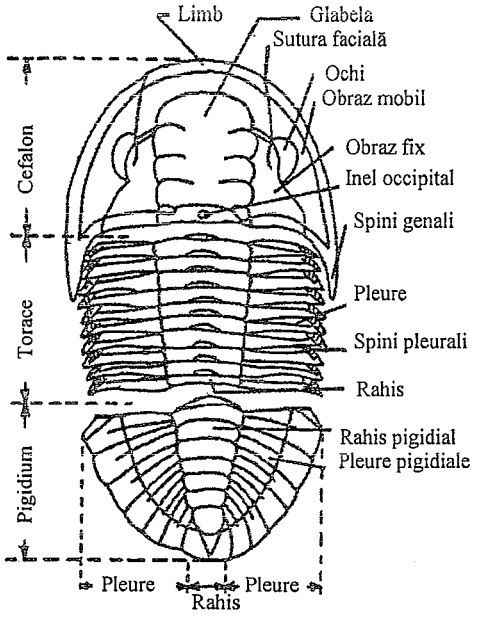


Fig. 3.91. *Caracterele morfologice ale trilobiţilor.*

Toracele este format dintr-un număr variabil de segmente (2.....44), mobile şi articulate permiţând înrularea animalului. Fiecare segment este format din porţiunea mediană, *rahis*, având pe laturi *pleurele* (fig. 3.93), organe speciale care apără branhiile şi picioarele trilobiţilor, terminate cu *spini pleurali.*

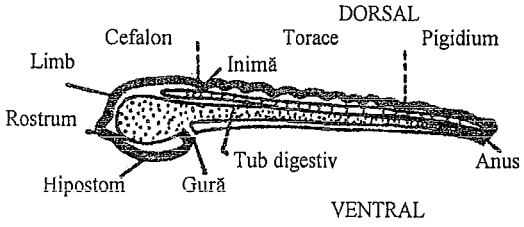


Fig. 3.92. *Secţiune longitudinală printr-un trilobit.*

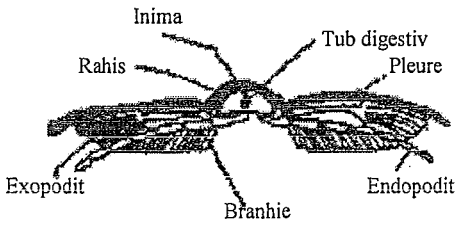


Fig. 3.93. *Secţiune transversală prin torace.*

Pigidiumul este piesa posterioară, terminală, de formă triunghiulară rezultată prin fuzionarea completă sau incompletă a unui număr variabil de segmente (1...30). Prezintă *rahis pigidial*, *pleure pigidiale*, *spini pigidiali* mai mult sau mai puţin dezvoltaţi. După raportul dintre pigidium şi cefalon, trilobiţii pot fi: micropigidieni (pigidium < cefalon), izopigidieni, macropigidieni (pigidium > cefalon).

Scheletul dorsal al trilobiților, de obicei calcaros, este fosilizabil. Partea ventrală, formată dintr-o cuticulă membranoasă întărită din loc în loc de părți dure, nu se păstrează. Gura, mărginită de hipostom și metastom, se continuă cu stomacul globulos situat în glabelă și intestinul localizat în dreptul rahisului toracic (fig. 3.92). În stadiu larvar erau planctonice, iar în stadiul adult bentonice. Creșterea este discontinuă, unele specii suportând 29 de năpârliri. Ating apogeul în Cambrian superior și se sting la sfârșitul Permianului.

Subîncrengătura Chelicerata. Cheliceratele (gr. *chelicere* = clește) au corpul divizat în *cefalotorace*, și *abdomen* divizat în preabdomen și postabdomen. Cefalotoracele este alcătuit din șase segmente prevăzute cu apendice articulate din care prima pereche (preorală), chelicerele, servește la hrănire, a doua pereche (postorală) are funcții tactile, de locomoție, după care urmează patru perechi de picioare. Sunt reprezentate prin 30.000 de specii în fauna actuală.

Clasa Merostomata. Această clasă cuprinde chelicerate acvatice cu corpul alcătuit din *cefalotorace*, *abdomen* și *telson*. Clasa *Merostomata* este subdivizată în două grupuri distincte: subclasa *Xiphosura* (gr. *xiphos* = sabie, *ura* = coadă), grup foarte vechi, pe cale de dispariție (Cambrian superior-Actual), reprezentat actual prin genul *Limulus* (Triasic-Actual) ale cărui larve au afinități cu trilobiții, având corpul alcătuit din cefalotorace mare, semilunar, abdomen cu segmente sudate, telson mobil, lung, de aspectul unei spade, și tegumentul puternic chitinizat (fig. 3.94); și subclasa *Eurypterida* (*Gigantostraca*), artropode fosile bentonice, de dimensiuni mari (1-2 m), cu importanță stratigrafică pentru Paleozoic, cu două genuri importante: *Eurypterus* din familia *Eurypteridae* și *Pterygotus* din familia *Pterygotidae*.

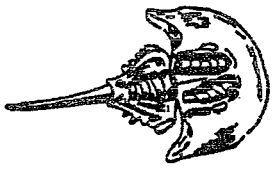


Fig. 3.94. *Xiphosura.*

Eurypterus (Ordovician-Permian inferior), gigantostraceu de talie mare (1 m lungime) cu cefalotorace semicircular, trunchiat anterior. Prezintă pe fața superioară doi ochi mari, reniformi și între ei doi ochi simpli, oceli. Pe fața inferioară, ventrală se dezvoltă șase perechi de apendice din care cinci cu rol de masticație, iar a șasea lățită servește la înot. Abdomenul are o parte mai lată din șapte segmente (ultimul fără apendice) și se continuă cu postabdomenul din cinci segmente îngustate, fără apendice. Corpul se termină cu un telson spinos (fig. 3.95).

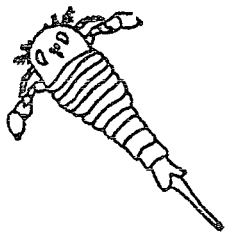


Fig. 3.95. *Eurypterus.*

Pterygotus (Ordovician-Devonian), gigantostraceu de talie mare (1,80-3 m lungime) cu cefalotorace rotunjit anterior, ochi mari dispuși lateral anterior și oceli pe partea superioară. Din cele șase perechi de apendice ventrale, prima este transformată în chelicere (clește) iar ultima în rame înotătoare. Urmează abdomenul și postabdomenul format din 12 segmente, corpul terminându-se cu un telson lățit (fig. 3.96).

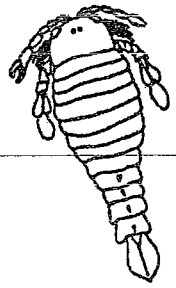


Fig. 3.96. *Pterygotus.*

Subîncrengătura Crustacea. Crustaceii sunt artropode acvatice (marine, salmastre, rar dulcicole), mai puţin terestre, ce duc viaţă bentonică şi frecvent formează planctonul, fiind bune înotătoare. Unele forme pot fi sedentare, fixate. Au corpul alcătuit din regiunile: cefalică, soma (torace şi abdomen) şi telson, protejat de o carapace dură (crustă) din chitină impregnată cu săruri de calciu. Sub regiunea cefalotoracică prezintă apendice perechi corespunzătoare numărului de segmente sudate. Formele primitive cu număr variabil de segmente (5.....60) şi apendice nespecializate se numesc entomostracei.

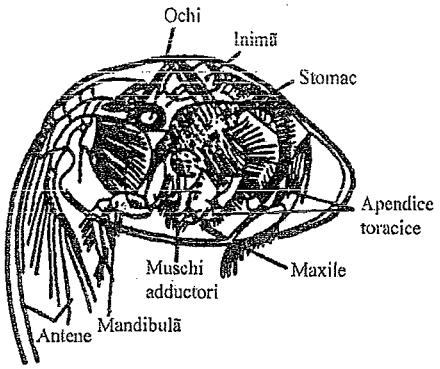


Fig. 3.97. *Organizarea unui ostracod actual.*

Clasa Ostracoda. Ostracodele grupează entomostraceii de talie mică (0,4-0,8 la 3-5 mm lungime) care au dat fosile caracteristice încă din Paleozoic dar cu importanţă pentru stratigrafia Pliocenului. Acestea au corp de formă ovală alcătuit din cefalon, torace fuzionat cu un abdomen rudimentar (fig. 3.97).

Ostracodele prezintă şapte perechi de apendice: patru pe cefalon (antenule, antene propriu-zise, mandibula şi maxile) şi trei toracice. Ele au corpul protejat de o carapace chitinoasă subţire, articulată, bivalvă, asemănătoare bivalvelor. După tipul de dentiţie (ţâţână, articulaţie) al valvelor şi după impresiunile musculare de pe partea internă se face determinarea, clasificarea ostracodelor (fig. 3.98).

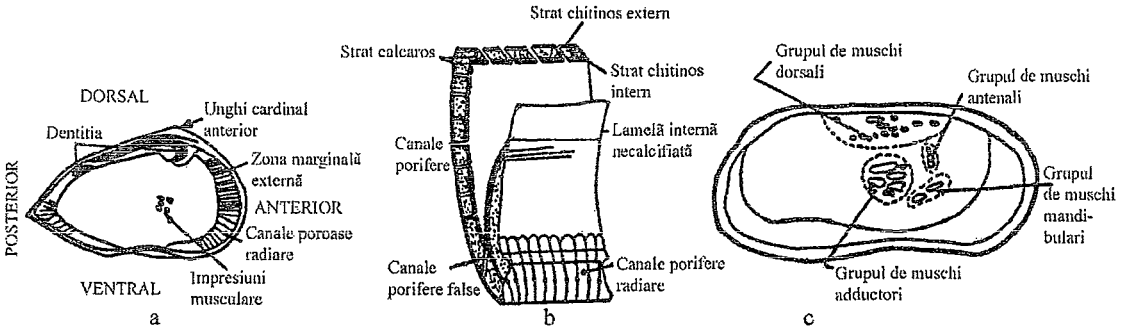


Fig. 3.98. *Morfologia valvelor de ostracode: a – vedere internă, valva stângă; b – structura peretelui; c – dispoziţia grupurilor de muşchi.*

Clasa Malacostraca. Malacostraceii sunt crustacei evoluaţi, cu număr constant de segmente (20), cu apendice specializate în diferite funcţiuni. Ei se împart în două grupuri distincte: *Isopoda*, care cuprinde malacostraceii fără carapace, cu corp oval, turtit dorso-ventral, telson fuzionat la ultimul segment al abdomenului, şi cu şapte perechi de apendice locomotorii identice; şi *Decapoda*, care cuprinde malacostraceii (racii) cu toracele acoperit de o carapace tare, prelungită anterior printr-un rostrum (fig. 3.99).

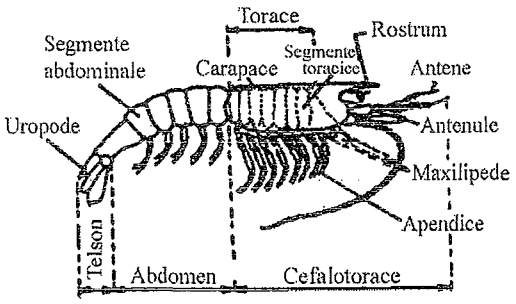


Fig. 3.99. *Schema corpului la decapode.*

Decapodele prezintă ochi pedunculați mobili și apendice specializate; antenule, antene pentru simțul tactil, mandibule și maxile pentru masticație, purtate pe cap; apendice locomotorii purtate pe torace. Abdomenul, alcătuit din șase segmente, poartă de asemenea perechi de apendice, ultima împreună cu telsonul având aspect de evantai.

i. Încrengătura Echinodermata. Echinodermele sunt animale exclusiv marine bentonice, cu simetrie pentaradială sau bilaterală, evoluate din punct de vedere al organizării interne, cu tegumentul alcătuit din epidermă și dermă care secretă un schelet calcaros format din plăci poligonale, sudate între ele, uneori prevăzute cu țepi (gr. *echinoderma* = piele cu țepi). Ele au corpul prevăzut cu organe diferențiate pe funcțiuni: tub digestiv cu gură și anus, sistem nervos, sistem hemal cu rol în circulația hranei, organe de respirație (branhii), organe de reproducere (gonade) și un aparat specific încrengăturii, aparatul acvifer sau ambulacrar format dintr-un inel periesofagian și cinci canale radiare cu podii = *ambulacre* = tuburi pline cu apă care ies prin orificii speciale ale scheletului (orificii ambulacrare) și care se prind ca niște ventuze de substrat ajutând animalul la deplasare. În afară de locomoție, ambulacrele mai folosesc la fixare și la respirație.

Echinodermele au apărut în Cambrian și au dat în timpurile geologice importante fosile caracteristice, având și importanță evolutivă. Există șapte grupuri (clase) majore: *Cystoidea*, *Blastoidea*, *Crinoidea*, *Asteroidea*, *Ophiuroidea*, *Holothuroidea* și *Echinoidea*.

Clasa Cystoidea. Cystoideele sunt forme fosile primitive, cu corp sferic, ovoidal, piramidal, discoidal, cu simetrie radială sau pentaradială imperfectă, alcătuit din plăci poligonale dispuse neregulat și prevăzute cu diferite tipuri de pori. Scheletul calcaros se compune din peduncul (tijă), caliciu (teacă) și branhiole (brațe), (fig. 3.100).

Pedunculul, cu rol de fixare, este alcătuit din plăcuțe columnale suprapuse cu diametru scăzut spre bază sau cu prelungiri radiciforme. Unele specii se fixau prin plăcuțe dispuse în rozetă la partea inferioară a caliciului sau direct prin bază.

Caliciul este format din număr mare de plăci mici (> 200) poligonale (pentagonale), la formele primitive sau din plăci mari reduse ca număr, dispuse în trei-patru cicluri de câte cinci, la formele evoluate. Legătura cu exteriorul se face prin orificiile grupate la polul opus punctului de fixare: orificiul bucal de formă circulară, ovală, fantiformă în jurul căruia, la unele forme, se află un număr variabil de brațe (*brahiole*) pentru

dirijarea hranei; anusul, cu poziţii variabile şi protejat de un opercul din cinci plăci triunghiulare; orificiul genital (gonoporul) şi orificiul acvifer (hidroporul) dispuse între primele două. Plăcuţele caliciului mai sunt perforate de numeroşi şi variaţi pori mărunţi (fig. 3.101): haplopori (simpli, neregulaţi); diplopori = pori conjugaţi (câte doi într-o fosetă); pectinaţi = pori dispuşi pe marginea plăcilor alăturate şi uniţi doi câte doi. Cystoideele au importanţă evolutivă şi stratigrafică (Precambrian-Devonian).

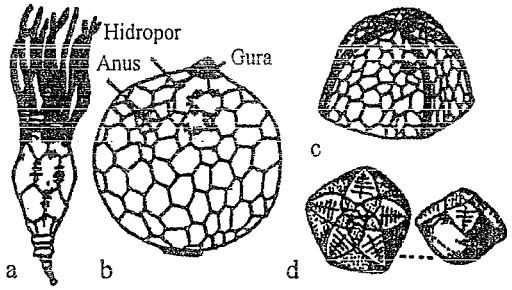


Fig. 3.100. *Cystoidea: a – Macrocystella; b – Echinosphaerites; c – Mesocystis; d – Asteroblastus.*

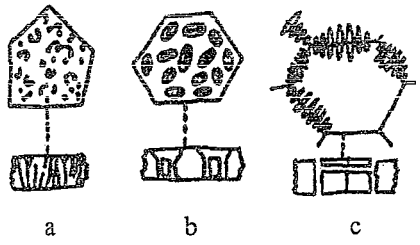


Fig. 3.101. *Tipuri de pori: a – haplopori; b – diplopori; c – pectinaţi.*

Clasa Blastoidea. Blastoideele sunt forme fosile paleozoice cu simetrie pentaradială. Ele au corpul alcătuit din peduncul (format din plăci columnare suprapuse cu aspect de cilindru), caliciu caracteristic ovoid sau piriform cu aspect de mugure de floare şi braţe (brahiole) (fig. 3.102). Caliciul este format din treisprezece plăci dispuse în trei cicluri: trei plăci bazale (două mai mari provenite din fuzionarea altor două şi una mai mică) cu poziţie dorsală reprezentând faţa aborală (fig. 3.102.*d*) şi prinse astfel încât lasă o fosetă centrală pentru peduncul: ciclul al doilea din cinci plăci radiale crestate în forma literei V; ciclul al treilea din cinci plăci deltoidale (interradiale).

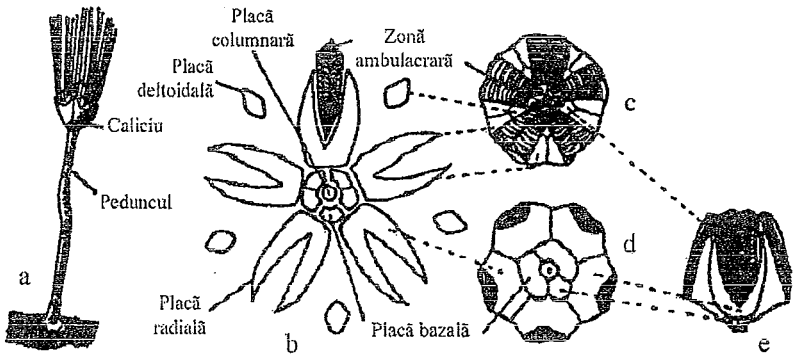


Fig. 3.102. *Blastoidea: a – corpul; b – caliciu desfăşurat; c – vedere orală; d – vedere aborală; e – vedere laterală.*

În deschiderea plăcilor radiale se dispun zonele ambulacrare petaloide mărginite de brahiole = braţe mici şi egale formate din piese minuscule. La partea superioară (fig. 3.102.*c*), în mijlocul zonelor ambulacrare se află o suprafaţă pentagonală, peristomul = orificiul bucal, acoperit de plăci calcaroase mărunte. În jurul său se află cinci orificii

acvifere = spiracule aflate în legătură cu aparatul acvifer. Unul dintre ele este mai mare şi corespunde anusului. Blastoideele au importanţă filogenetică (legate de Crinoidee) şi stratigrafică (Ordovician-Carbonifer).

Clasa Crinoidea. Crinoideele ("crinii de mare") sunt organisme cu simetrie pentaradială cu corpul de forma unei flori de crin, tipic alcătuit din trei părţi: peduncul (tijă), caliciu (tecă) şi braţe, ultimele două alcătuind coroana (fig. 3.103). Pedunculul, fixat de substrat printr-o rădăcină simplă sau ramificată, este alcătuit din numeroase plăci columelare (entroce) de forme diferite (fig. 3.103.*d*): rotunde, pentagonale, stelate, articulate unele de altele prin zimţi şi străbătute de un canal central prin care trece un cordon nervos. Fiecare placă columelară provine din sudarea mai multor segmente (pentamere). Din loc în loc există prelungiri = cirri cu care crinoizii se prind de alge, roci.

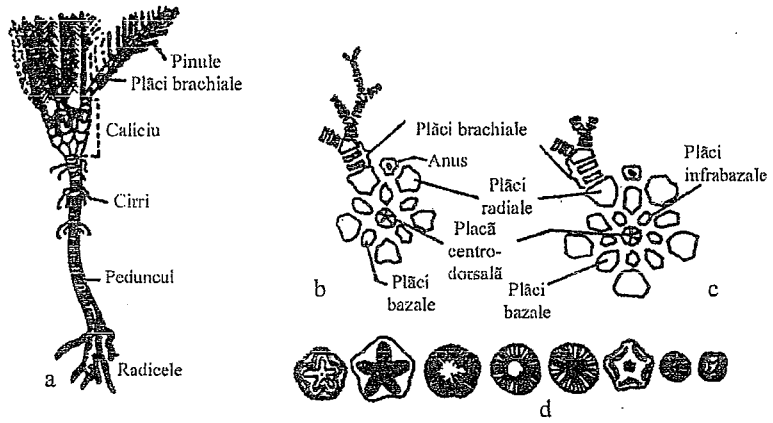


Fig. 3.103. *Crinoidea: a – morfologia unui crinoid; b, c – dispoziţia plăcilor la caliciul de crinoidee; d – tipuri de plăci columelare.*

Caliciul are forma unei capsule de formă subcilindrică, conică sau globuloasă şi este alcătuit din plăci dispuse în cicluri (fig. 3.103.*b*,*c*): o placă centrodorsală la bază (rezultată din cinci plăci mici triunghiulare); un ciclu de cinci plăci bazale urmate de cinci radiale şi apoi de cinci plăci brahiale de care se prind braţele. Când există un singur ciclu de plăci bazale caliciul este de tip monociclic dar uneori între placa centrodorsală şi plăcile bazale apare un ciclu intermediar de cinci plăci infrabazale formând caliciul de tip diciclic. Frecvent plăcile infrabazale se pot suda la placa centrodorsală. Caliciul se mai poate mări prin încorporarea unor plăci suplimentare (interradiale) sau prin dezvoltarea ultimelor plăci ale pedunculului (genul *Apiocrinus*). Caliciul are două feţe: una superioară, orală (ventrală) şi alta inferioară, aborală (dorsală) prin care se prinde pedunculul. Faţa superioară (tegumen) este bombată, membranoasă sau acoperită cu plăcuţe. În centru se află gura din care pornesc cinci şanţuri (zone ambulacrare cu rol de respiraţie şi tactil) care se continuă şi în braţ. Uneori plăcile orale ce înconjoară gura pot fi acoperite de plăci mari ambulacrare sau pot fi atrofiate. Pe una din zonele interambulacrare se află anusul. La diferite subclase, faţa orală prezintă modificări diferite. Braţele sunt constituite din plăci brahiale suprapuse simple (frecvent la forme primitive), sau ramificate şi sunt în număr de 5 – 10 – 15.

Crinoideele au dat importante fosile caracteristice (Ordovician-Actual), au importanţă filogenetică şi prin condiţiile stricte de viaţă (organisme marine neritice din zona cu sedimentare activă, cu ape liniştite, adânci, cu temperaturi de 12-18°) dau indicii paleoecologice, paleogeografice. De asemenea au importanţă litologică contribuind la formarea calcarelor organogene (calcare cu entroce).

Clasa Asteroidea. Asteroideele ("stele de mare") (Cambrian-Actual), sunt echinoderme libere, bentonice, fără importanţă stratigrafică, cu simetrie pentaradială şi corp turtit dorso-ventral format dintr-un disc central şi braţe cu baza lată. Faţa aborală la formele vechi este acoperită de spiculi în reţea, la formele evoluate este formată dintr-o placă centrodorsală, cinci radiale şi cinci interradiale sau bazale plus o placă madreporică; braţele au cinci şiruri de plăci. Pe faţa orală se află gura de la care pornesc şanţuri ambulacrare mărginite de câte două şiruri de plăci groase (fig. 3.104).

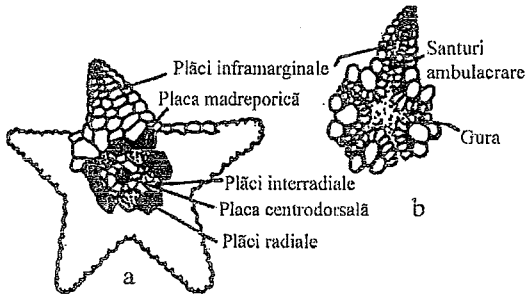


Fig. 3.104. *Asteroidea: a – faţa aborală; b – faţa orală.*

Clasa Ophiuroidea. Ophiuroideele ("şerpii de mare") (Devonian) sunt asemănătoare stelelor de mare dar au braţe foarte subţiri, serpentiniforme, mobile, uneori ramificate, care servesc la deplasare. Nu prezintă importanţă stratigrafică (fig. 3.105).

Clasa Holothuroidea. Holothuroideele ("castraveţii de mare") (Cambrian-Actual) sunt echinoderme fără importanţă stratigrafică cu corpul alungit oral-aboral, cu simetrie bilaterală. Nu au schelet continuu ci spiculi izolaţi (sclerite), (fig. 3.106), adesea fosilizabile. În jurul gurii au zece până la treizeci de tentacule ramificate.

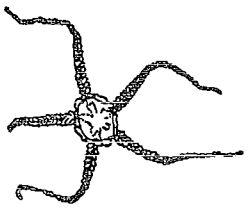


Fig. 3.105. *Ophiuroidea.*

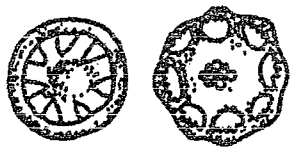


Fig. 3.106. *Sclerite.*

Clasa Echinoidea. Echinoideele ("aricii de mare") sunt echinodermele cu cea mai mare importanţă stratigrafică deoarece au dat multe fosile caracteristice în diverse perioade (Paleozoic-Actual). Sunt forme libere, mobile, bentonice, stenohaline cu corpul globulos, oval sau turtit dorso-ventral şi acoperit cu un test calcaros înzestrat cu spini, secretat

de dermă şi acoperit de epidermă. Testul, alcătuit din mai multe sisteme de plăci cu numeroşi pori, prezintă două deschideri principale (fig. 3.107, 3.108): *peristomul* la partea inferioară (ovală), având în mijloc gura şi *periproctul* la partea superioară (aborală = apicală), având în mijloc anusul. Echinoidele cu cele două orificii la doi poli opuşi, cu anusul situat apical sunt regulate (endociclice), cele la care anusul migrează, părăseşte rozeta apicală sunt neregulate (exociclice). Prin cele două deschideri trece axul de simetrie pentaradială la echinidele regulate sau planul de simetrie bilaterală la echinidele neregulate (exociclice). Gura şi anusul sunt legate prin tubul digestiv care are o porţiune mai lată, stomacul. Aparatul masticator (numit "lanterna lui Aristot") este format din cinci piese care alăturate dau aspectul unei piramide pentagonale şi ale căror vârfuri se văd la exterior ieşind din gură.

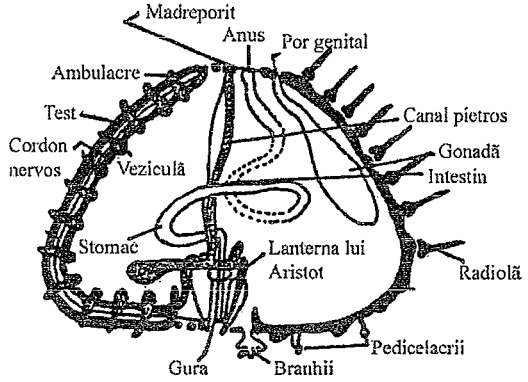


Fig. 3.107. *Organizarea schematică a echinidelor.*

Sistemul nervos este format dintr-un inel oral periesofagian din care se desprind cinci cordoane nervoase radiare care traversând prin interior scheletul merg în regiunea aborală unde ies prin porii ocelari (neurali), şi de unde se ramifică în epidermă inervând diferite organe externe. Aparatul genital este format din cinci glande, gonade, situate în jurul anusului şi care comunică cu exteriorul prin porii genitali situaţi pe anumite plăci (plăci genitale), (fig. 3.109, 3.110).

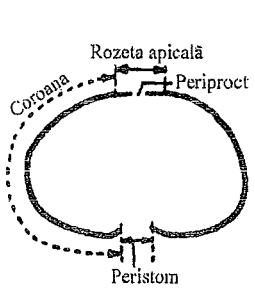


Fig. 3.108. *Schema testului.*

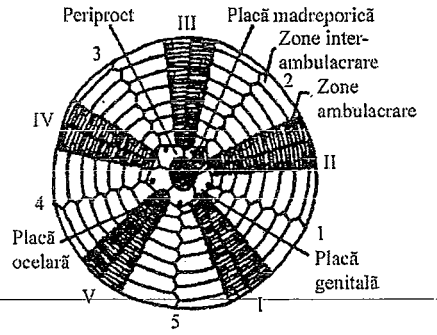


Fig. 3.109. *Testul unui echinoid (faţa apicală).*

Aparatul acvifer (ambulacrar), prin care circulă apa mării, este bine dezvoltat (fig. 3.107). Este format dintr-un inel periesofagian de la care plecă cinci canale periferice, dispuse pe sub cele nervoase, închise la capete

(în zona porului neural). Din ele, din loc în loc, se alimentează vezicule (rezervoare de apă) dispuse către interior. Spre exterior, la vezicule le corespund tuburi ambulacrare care traversează porii plăcilor ambulacrare (fig. 3.109, 3.110) şi se termină cu câte o ventuză. Alimentarea cu apă de mare la inelul periesofagian se face printr-un canal central (*hidrofor* pietros) care merge în zona aborală la o placă ciuruită cu perforaţii, placa madreporică (una din plăcile genitale), (fig. 3.109, 3.110).

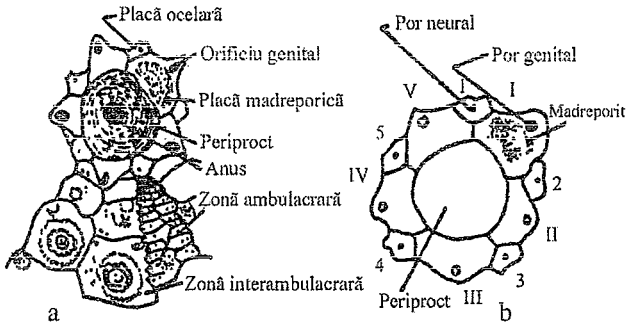


Fig. 3.110. *Sistemul apical (periproct): a – monociclic; b – diciclic.*

Când veziculele se contractă, lichidul este pompat în ambulacre (tuburi ambulacrare = podii) care se alungesc şi se prind cu ventuzele de substrat. Când ambulacrele se contractă lichidul este împins în vezicule şi astfel animalul se deplasează în direcţia fixării podiilor. Uneori ambulacrele servesc şi ca organe tactile sau respiratorii. În jurul ţepilor de pe plăcile interambulacre sau al ambulacrelor există organe mici cu aspect de cleşte, pedicelacrii, cu rol de a curăţa corpul de paraziţi sau impurităţi. Respiraţia echinoideelor ce face prin branhii care pot fi externe (tip *glyphostom*), când în jurul gurii există zece tăieturi branhiale (fig. 3.111) sau pot fi interne când conturul peristomului este continuu (tip *holostom*). Când lipsesc, respiraţia se face prin ambulacre. Testul este alcătuit din plăci calcaroase grupate în coroană, sistemul peristomian şi sistemul apical (fig. 3.109, 3.110). La un echinid regulat (endociclic) coroana este alcătuită din plăci sudate în zig-zag, dispuse în şiruri meridiane (coloane) (fig. 3.109). Sunt douăzeci de şiruri grupate în zece zone de câte două formând cinci zone de plăci mici cu câte doi pori, zonele ambulacrare (prin care ies ambulacrele) şi cinci zone de plăci mari, fără pori; zonele interambulacrare prevăzute cu proeminenţe = tuberculi pe care se prind ţepii = radiolele (fig. 3.112). Radiolele, prin fosilizare rar păstrate pe schelet, sunt prinse de tuberculi prin muşchi şi au rol de a dirija hrana către gură (cele fine) sau de a ajuta la locomoţie (cele grosiere). Există ţepi şi pe plăcile ambulacrare cu rol de a proteja ambulacrele. Zonele ambulacrare sunt drepte şi se întind de la periproct la peristom.

Peristomul (sistemul peristomial) situat la partea inferioară (orală) este alcătuit dintr-o membrană încrustată de zece plăci peristomiene cu dispoziţie coronală. Conturul poate fi continuu = tip *holostom* (la forme paleozoice) sau cu cinci perechi de tăieturi mici = tip *glyphostom* (fig. 3.111). De asemenea aparatul masticator este dezvoltat (tip *gnatostom*).

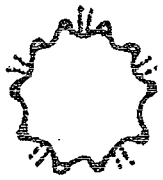


Fig. 3.111. *Peristom glyphostom.*

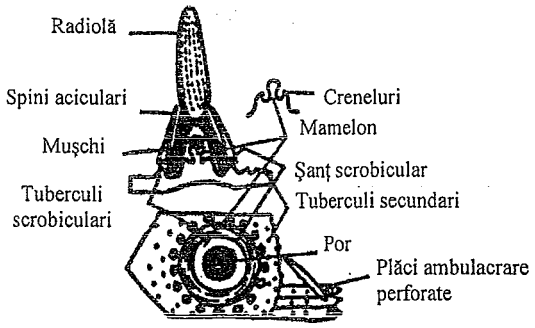


Fig. 3.112. *Morfologia plăcilor ambulacrare şi interambulacrare, şi inserţia radiolelor la echinide.*

Periproctul (fig. 3.109, 3.110), situat la partea superioară este alcătuit dintr-o membrană încrustată cu plăci calcaroase (periproctale) şi are în mijloc anusul. Periproctul este înconjurat de zece plăci dispuse în două cicluri de câte cinci formând sistemul apical. În dreptul zonelor interambulacrare se află cinci plăci mari (I – V) genitale = bazale, cu câte un por genital. Una dintre ele este placa madreporică legată de aparatul acvifer. Al doilea ciclu este format din cinci plăci mai mici (numerotate 1 – 5) dispuse în dreptul zonelor ambulacrare, numite plăci neurale = ocelare şi perforate de câte un por neural. După cum plăcile celor două cicluri sunt dispuse intercalate sau separate, periproctul poate fi monociclic (fig. 3.110.*a*) sau diciclic (fig. 3.110.*b*).

La echinidele neregulate (exociclice), ca urmare a modului de viaţă (trăiesc afundate în nisip, mâl) şi a deplasării animalului într-o singură direcţie, anusul migrează din centrul periproctului (de pe faţa superioară) în zona interambulacrară trei până la marginea extremă (posterioară) a feţei (inferioare), (fig. 3.113). Gura se poate deplasa în zona ambulacrară I până la marginea extremă (numită anterioară) a feţei orale (inferioare). Prin această migrare, simetria trece din pentaradială în bilaterală.

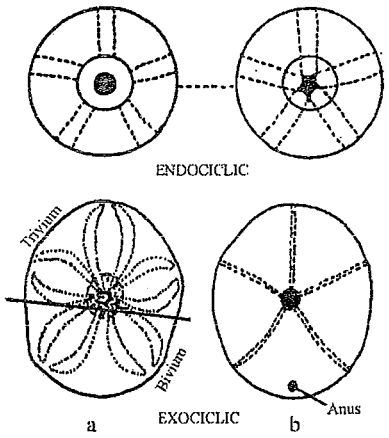


Fig. 3.113. *Dispoziţia zonelor ambulacrare la echinide: a – faţa aborală (superioară); b – faţa orală (inferioară).*

Coroana este alcătuită tot din douăzeci de şiruri de plăci dar zonele ambulacrare la majoritatea genurilor sunt situate numai pe partea superioară şi au aspect petaloid. Ambulacrele servesc numai la respiraţie, iar zonele ambulacrare sunt singurele care rămân afară din nisip. Peristomul rămâne înconjurat de cinci plăci bazicoronale dispuse în rozetă, se şterg tăieturile branhiale, iar aparatul masticator devine asimetric sau, la genurile limnivore, dispare (tip *atelostom*). Plăcile sistemului apical apar modificate în funcţie de stadiul migraţiei anusului la genul respectiv. Testul apare alungit, radiolele sunt mici. Echinidele trăiesc la adâncimi de 200-1000 m pe funduri

calcaroase. Cele din zona litorală au schelet intern de susţinere format din stâlpi şi pereţi radiari.

j. Încrengătura Stomochordata. Această încrengătură cuprinde animale fosile şi actuale cu unele caractere de animale superioare (cordate): faringe cu tăieturi branhiale; sistem nervos dorsal; stomocord = diverticul (răsfrângere), al faringelui asemănător dar nu echivalent, coardei dorsale de la cordate; veziculă situată înapoia stomocordului cu rol în împingerea sângelui în corpul animalului (asemănătoare veziculei madreporice de la echinoderme).

Clasa Pterobranchiata. Pterobranchiatele (Cretacic-Actual) sunt organisme coloniale cu indivizi independenţi, care trăiesc în asociaţii strânse, lipiţi unii de alţii. Importanţă paleontologică prezintă genul *Rhabdopleura* (fig. 3.114). Acesta este un organism colonial cu indivizi (zooizi) de talie mică, locuind în loji (zoecii) care în totalitate formează o colonie rămuroasă chitinoasă, coenecie. Zooizii comunică printr-un tub chitinos = stolon negru. Tuburile zoeciale şi ramurile coloniei sunt alcătuite din segmente suprapuse fusiforme, ascuţite la capete, ce se îmbucă unele cu altele după o sutură în zig-zag = sutură fuselară, (fig. 3.115).

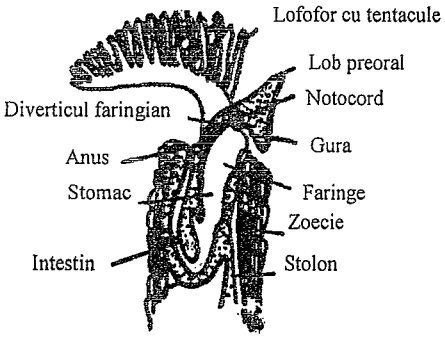


Fig. 3.114. *Organizarea unui individ de Rhabdopleura.*

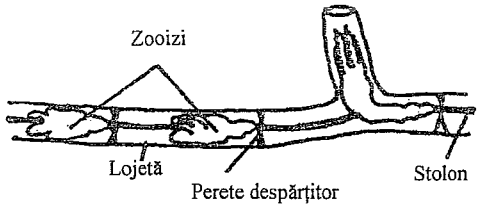


Fig. 3.115. *Organizarea unei colonii de Rhabdopleura.*

Clasa Graptolithina. Graptoliţii sunt organisme fosile cu importanţă stratigrafică (Cambrian-Carbonifer), cu maximum de dezvoltare în Ordovician. Sunt forme marine bentonice sau pelagice, libere sau fixate. Elementul principal al coloniei este un organ compus, rhabdosomul al cărui cap se află în loja iniţială, sicula ce adăpostea zooidul embrionar (din care se va dezvolta colonia) format pe cale asexuată după care urmează loji (teci) tubulare (fig. 3.116), aliniate ordonat, în care erau adăpostiţi zooizii.

Testul tecilor era chitinos şi construit asemănător celui de la genul *Rhabdopleura* (fig. 3.117). Sicula este alcătuită din prosiculă, metasiculă şi o prelungire tubulară, nema cu care se poate fixa. Din siculă iese stolonul, chitinos sau nu, care dă naştere prin înmugurire tuturor zooizilor. La ordinul *Dendroidea* (fig. 3.118) sicula dă naştere prin înmugurire la serii succesive de câte trei: autotecă (element principal) cu stolon mare, peduncular; bitecă (cu stolon redus) şi stolotecă cu zooidul de înmugurire ce va da naştere pe cale asexuată triadei următoare. Prin stoloteci trece deci stolonul principal. Prin disepimente ale ţesutului cortical rhabdosomii sunt uniţi între ei.

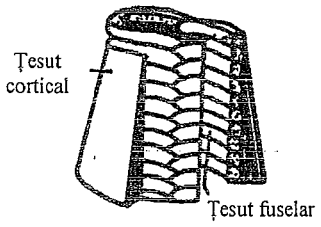


Fig. 3.116. *Structura lojilor.*

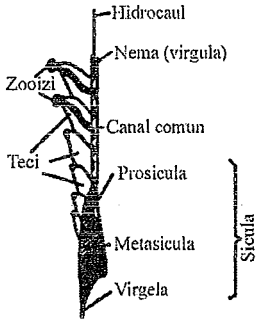


Fig. 3.117. *Rhabdosom.*

La ordinul Graptoloidea, (fig. 3.117, 3.118), metasicula este prevăzută cu un spin, virgela. Prosicula se continuă cu un spin tubular, nema, pe care sunt dispuse teci identice, aşezate oblic, cu zooizi hermafroditi. Sunt dispuse pe o singură parte (genul *Monograptus*) sau pe ambele părți (genul *Phyllograptus*) ale axului rhabdosomului. La formele evoluate (subordinul *Axonophora*), nema se continuă cu un ax chitinos, virgula cu rol de susținere. La rândul ei, aceasta se poate prelungi cu un canal hidrocaul terminat prin dilatare cu o protuberanță cu rol de fixare a rhabdosomului la coloniile complexe (fig. 3.119).

Colonia complexă (synrhabdosom) este alcătuită din rhabdosomi, pneumatofor (veziculă plutitoare), gonoteci (organe de reproducere în care se dezvoltă sicula), funicul (placă stelată de care se prind rhabdosomii prin hidrocaul).

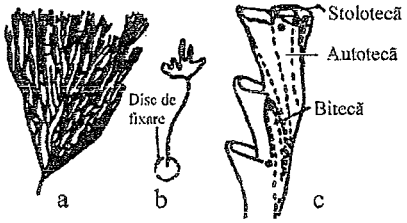


Fig. 3.118. *Dendroidea: a – rhabdosom; b – stadiu juvenil; c – detaliu de ramură.*

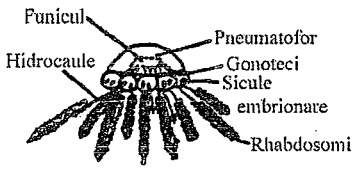


Fig. 3.119. *Colonie complexă (synrhabdosom).*

k. Încrengătura Chordata. Încrengătura Chordata cuprinde organisme superioare caracterizate prin notocord (ax dorsal), cordon neural dorsal şi fante branhiale. Acestea au simetrie bilaterală; gura nu ia naştere din blastopor ci se formează secundar şi opus acestuia; în fază primară au corpul alcătuit din fragmente succesive (metamerie); prezintă schelet axial intern cu rol în susținerea corpului. După caracterele morfologice, gradul de dezvoltare, poziția endoscheletului se împart în subîncrengăturile: *Urochordata, Cephalochordata, Conodontochordata, Vertebrata.*

Subîncrengătura Conodontochordata? Această subîncrengătură cuprinde organismele marine bine reprezentate în Paleozoic şi Triasic (fig. 3.120) de la care s-au păstrat piese cu aspect de dinți, *conodonte* cu mare importanță stratigrafică (imediat după foraminifere şi ostracode), (Elena Mirăuță, 1963). Conodontele au morfologie variată; au dimensiuni

cuprinse între 0,2-4 mm, greutate specifică 2,8-3,1 g/cm^3; culoare brună sau brună-gălbuie; compoziţia chimică identică cu a dinţilor şi a oaselor de vertebrate (fosfat de calciu = apatit).

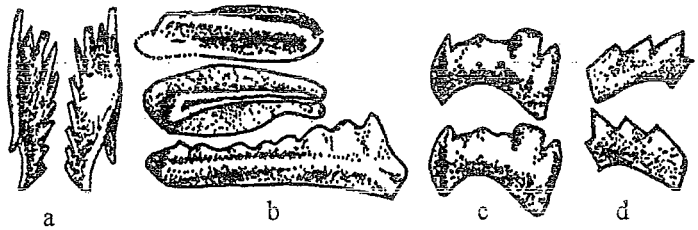


Fig. 3.120. *Conodonte din Triasicul de la Hagighiol: a – Apatognathus ziegleri; b – Gondolella navicula; c – Lonchodina latidentata; d – Prioniodina kochi.*

Conodontele sunt alcătuite dintr-o parte bazală ("platforma") plată sau concavă cu concreşteri de denticuli sau tuberculi variabili ca număr (uneori douăzeci şi două de perechi). Altele pot avea forme tip "bară". Structura este lamelară sau fibroasă. Ele au răspândire universală şi apar ca fosile în variate tipuri de roci ducând la ideea că provin de la organisme nectonice sau planctonice. Au avut maximum de dezvoltare în Ordovician inferior, Devonian superior, Carbonifer inferior.

Subîncrengătura Vertebrata. Vertebratele sunt metazoare superioare cu simetrie bilaterală, majoritatea cu un schelet intern axial. La câţiva reprezentanţi de vertebrate inferioare (Agnata, peşti Chondrostei, Dipnoi) se păstrează notocordul (ax elastic înconjurat la exterior de un înveliş conjunctiv, teacă fibroasă a notocordului). În timpul evoluţiei vertebratelor, notocordul este înlocuit prin corpul vertebrei care, în totalitate, alcătuieşte coloana vertebrală. Coloana vertebrală şi cutia craniană protejează sistemul nervos central (creier şi măduva spinării). Frecvent, de la un vertebrat se păstrează prin fosilizare numai scheletul mai mult sau mai puţin mineralizat. Poate fi membranos, cartilaginos sau osos. Scheletul osos format din materie organică (oseină) impregnată cu săruri de calciu, carbonaţi şi fosfaţi, este totdeauna precedat de un stadiu membranos (os de membrană) sau cartilaginos (os de cartilagiu). Scheletul osos poate fi intern (endoschelet) (de origine cartilaginoasă) când cuprinde scheletul axial (coloana vertebrală), schelet cefalic (cutia craniană) şi scheletul membrelor şi al centurilor (scapulară şi pelviană), de legătură cu coloana vertebrală şi poate fi extern (exoschelet) (de origine membranoasă), care în evoluţia vertebratelor se reduce progresiv.

Infraîncrengătura Agnata. Clasa Ostracodermata. Ostracodermatele sunt vertebrate primitive (Ordovician-Devonian), marine bentonice sau nectonice, cu corp fusiform turtit dorso-ventral, cu înotătoare codală şi una sau două înotătoare dorsale. Ele au schelet intern cartilaginos. Partea anterioară a corpului este protejată de un exoschelet dezvoltat iar cea posterioară, de solzi. După prezenţa uneia sau a două deschideri olfactive (narine) se împart în subclasele Monorhini şi Diplorhini.

Monorhinii cuprind ordinul *Osteotraci* (Silurian-Devonian) cu corp pisciform, scut cefalic şi dimensiuni de maximum 0,50 cm cu gen reprezentativ *Cephalaspis* (fig. 3.121) şi ordinul *Anapsida* (Silurian-

Devonian) cu corp fusiform turtit lateral, de talie mică (10-12 cm), fără scut cefalic şi înotătoare perechi cu gen reprezentativ *Birkenia*.

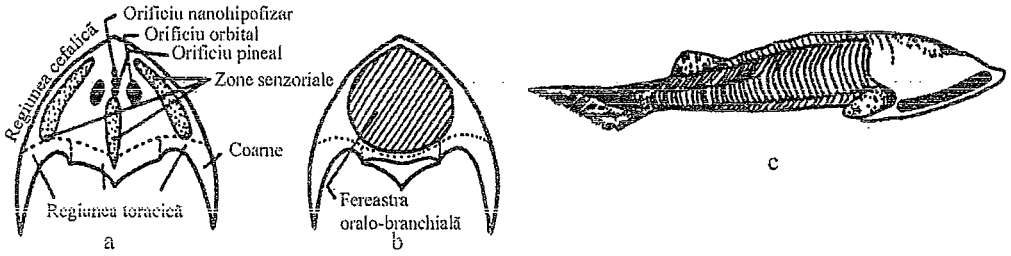


Fig. 3.121. *Cephalaspis: a – scut cefalic dorsal; b – scut cefalic ventral; c – vedere laterală.*

Diplorhinii cuprind ordinul *Heterostraci* cu gen reprezentativ *Pteraspis* (fig. 3.122). Acesta are corp fusiform, turtit dorso-ventral, cu partea anterioară prelungită cu un rostrum. La partea anterioară, corpul este acoperit de plăci distincte, la cea posterioară de solzi rombici. Au înotătoare heterocercă.

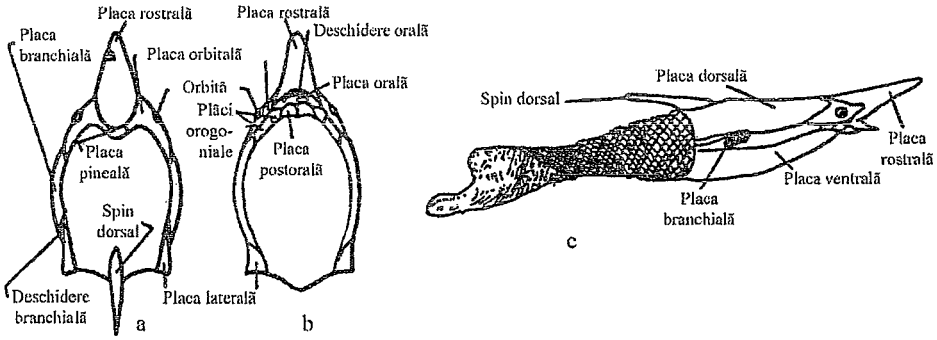


Fig. 3.122. *Pteraspis: a – scut cefalic dorsal; b – scut cefalic ventral; c – vedere laterală.*

Infraîncrengătura Gnatostoma. Supraclasa Pisces. Peştii sunt vertebrate exclusiv acvatice, cu temperatura corpului schimbătoare, cu corp fusiform turtit lateral. Ei se mişcă cu ajutorul înotătoarelor perechi (pectorale şi ventrale) omoloage membrelor de la celelalte vertebrate şi prinse de schelet prin intermediul centurilor: scapulară (constituită din două piese alungite articulate craniului) şi pelviană (redusă la două oase reunite median) şi cu ajutorul înotătoarelor neperechi (dorsală şi codală – fig. 3.123). Peştii respiră prin branhii şi au maxilar inferior.

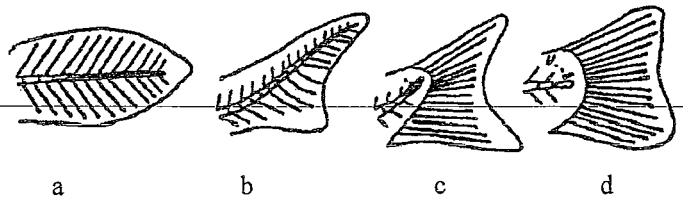


Fig. 3.123. *Tipuri de înotătoare codală: a – dificercă; b – heterocercă; c – homocercă externă; d – homocercă.*

Endoscheletul este cartilaginos posedă centre de osificare din care vor evolua oasele craniene şi scheletul visceral. Coloana vertebrală este constituită din numeroase vertebre biconcave (amphicoelice) fiecare alcătuită din corpul vertebrei, are neural superior, arc hemal (fig. 3.124). Exoscheletul este bine dezvoltat la peştii primitivi (placodermi) reprezentat prin plăci anterioare asemănătoare agnaţilor. El se reduce evolutiv mai întâi la plăci mici dermice, apoi la plăcuţe din ce în ce mai flexibile şi subţiri, solzii.

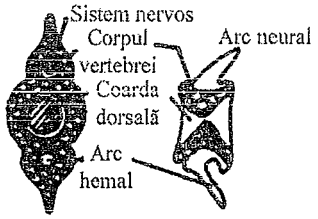


Fig. 3.124. *Vertebre de peşti.*

Fig. 3.125. *Otolite.*

Solzii (fig. 3.126) iau naştere între dermă şi epidermă şi au structură asemănătoare dinţilor. Ei sunt de mai multe tipuri: placoid, plăci osoase răspândite pe piele; ganoid sau cosmoid, solzi osoşi groşi, de formă rombică acoperiţi cu smalţ strălucitor (gr. *ganois* = sclipitor). Solzii sunt implântaţi în corp printr-o singură latură şi se acoperă unii pe alţi (imbricaţi); cicloid, cu aspect de disc, subţire, flexibil, puţin osificat, pe suprafaţă cu striuri concentrice şi radiale; ctenoid, varietate a tipului cicloid cu zimţi la partea liberă. De la peşti se păstrează prin fosilizare scheletul osos intern, rar cel extern, dinţi, plăci, solzi şi otolite (fig. 3.125) = piese calcaroase din urechea internă, caracteristice fiecărei specii. Peştii se clasifică în următoarele clase: *Placodermi*, *Acanthodii*, *Chondrichthyes*, *Osteichthyes*.

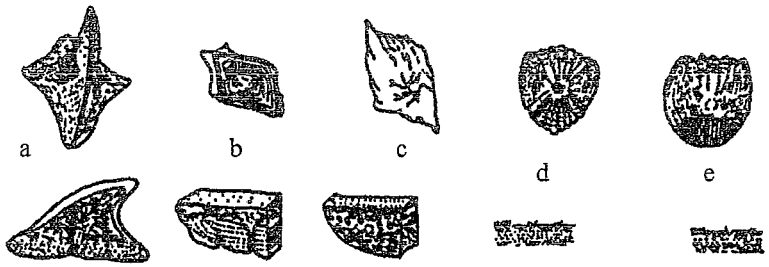


Fig. 3.126. *Tipuri de solzi de peşti: a – placoid; b – ganoid; c – cosmoid; d – cicloid; e – ctenoid.*

Clasa Placodermi. Placodermii (Silurian-Carbonifer) sunt peşti primitivi fosili, bentonici, cu capul şi partea anterioară a trunchiului acoperită de plăci dermice ("peşti ciurasaţi"). Restul corpului era nud sau acoperit de solzi placoizi (rombici, poligonali, conici). Ei au maxilare diferenţiate, endoschelet cartilaginos terminat cu înotătoare codală heterocercă. Au avut maximum de dezvoltare în Devonian. După cum înotătoarele pectorale sunt dintr-o singură piesă, sau mai multe, se împart în ordinele *Arthrodira* respectiv *Antiarcha*. Primul ordin are ca tip reprezentativ genul *Coccosteus* (Devonian mediu) (fig. 3.127), formă cu cap

aplatizat ventral, cu scuturile cefalic şi toracic articulate (cap mobil), acoperite de plăci osoase cu granule. Lungimea lui este de circa 0,5 m. Ordinul *Antiarcha* este reprezentat prin genul *Pterichtyes* (Devonian inferior) cu scut cefalic cu orbite foarte apropiate.

Fig. 3.127. *Coccosteus.*

Clasa Acanthodii. Acanthodii ("peşti cu spini") au înotătoarele susţinute de prelungiri osoase cu aspect de spini. Corpul este fusiform, comprimat lateral, de talie mică (maximum 30 cm), înotătoare codală heterocercă. El este acoperit de solzi mici, pătratici, juxtapuşi. Craniul este înalt acoperit de plăci dermice cu perforaţii (sistem senzorial), orbite largi. Sunt forme fosile de apă dulce sau marină caracteristice pentru Silurian-Permian inferior (fig. 3.128, 3.129).

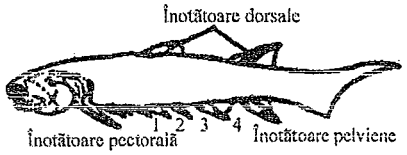


Fig. 3.128. *Climatius.*

Fig. 3.129. *Acanthodes.*

Clasa Chondrichthyes. Peştii cartilaginoşi sunt un grup foarte vechi (Silurian-Actual) care cuprinde rechinii şi alţi peşti apropiaţi. Ei au schelet cartilaginos sau parţial osificat, notocord persistent şi corpul lipsit de producţii dermice osoase (fig.3.130). La formele mai vechi apar solzi placoizi. Prin fosilizare se păstrează dinţi puternici, zimţuiţi, asemenea celor de la rechinii actuali. Se clasifică în funcţie de: articularea mandibulei şi sudarea maxilarului superior la neurocraniu; evoluţia coloanei vertebrale.

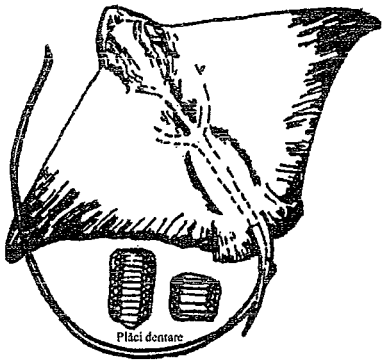


Fig. 3.130. *Myliobatis.*

Clasa Osteichthyes. Peştii osoşi sunt peşti evoluaţi cu osificarea progresivă a scheletului, cu craniul format din oase dermice perechi şi neperechi, neornamentate, cu mandibula articulată la neurocraniu. Orificiile branhiale sunt protejate de un os plat, opercul. Corpul este acoperit de solzi de tip ganoid, cosmoid, cicloid sau ctenoid. Înotătoarea codală este heterocercă la formele vechi şi homocercă la cele evoluate. Peştii osoşi sunt subdivizaţi în subclasa *Actinopterygii* şi subclasa *Sarcopterygii.*

Subclasa Actinopterygii. Actinopterygii (Paleozoic superior-Actual), cuprind peste 90% din peştii actuali, caracterizaţi de înotătoare perechi cu baza lată şi radii fine osoase dispuse uniseriat şi radiar. Ei sunt grupaţi în trei infraclase: *Chondrostei*, *Holostei* şi *Teleostei.*

Infraclasa Chondrostei (Devonian-Actual), cuprinde peşti cu solzi tipic ganoizi cu schelet încă cartilaginos, notocord persistent, mandibulă alungită, înotătoarea codală heterocercă. Craniul din oase de origine dermică este uneori prelungit cu un rostrum. Aripioarele, îndeosebi cea dorsală erau

susţinute de radii subţiri (solzi spinoşi). Formele actuale (*nisetrul, morunul, cega, păstruga*) sunt urmaşii unui grup dezvoltat în Paleozoic (fig. 3.131).

Fig. 3.131. *Paleoniscum (Devonian-Triasic inferior).*

Fig. 3.132. *Lepidatus (Triasic-Cretacic).*

Infraclasa Holostei (Permian-Actual, frecvent Jurasic), cuprinde peşti cu schelet progresiv osificat (apropiaţi de teleostei = schelet complet osificat), cu exoschelet redus format din solzi mai subţiri ce se acoperă parţial. Formele primitive au înotătoare heterocercă, evoluată apoi în homocercă. Corpul este fusiform (fig. 3.132).

Infraclasa Teleostei (Triasic, Cretacic-Actual, frecvent Neozoic), cuprinde peşti cu schelet osificat şi musculatură puternică (fig. 3.133), bine reprezentaţi în fauna actuală. Coloana vertebrală are un număr redus de vertebre (max. 60) de tip amphicoelic (fig. 3.124). Prezintă centură pectorală. Înotătoarele perechi sunt uniseriate iar cea codală este homocercă. Exoschelet slab dezvoltat format din solzi subţiri cicloizi sau ctenoizi. Îngreunarea prin osificare a scheletului este compensată de apariţia vezicii înotătoare.

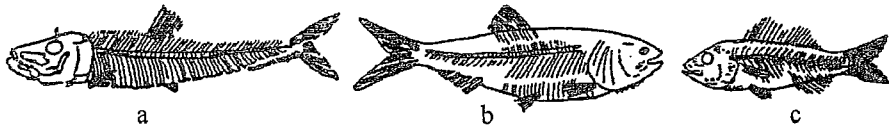


Fig. 3.133. *Teleostei: a – Clupea longimana; b – Alosa nordmani; c – Serranus.*

Subclasa Sarcopterygii. Sarcopterygii (Devonian-Actual) cuprind peşti vechi cu caractere morfologice importante pentru evoluţia tetrapodelor. Ei au scheletul înotătoarelor modificat, ele terminându-se prin câte un lob cărnos dezvoltat ca urmare a utilizării atât pentru înot cât şi pentru sprijin. De asemenea, prezintă narine interne = choane = orificii cu funcţii senzoriale şi respiratorii prin care nările externe fac legătura cu cavitatea bucală facilitând o mai bună circulaţie a aerului spre plămâni.

Ordinul *Crossopterygii* (Devonian-Actual, frecvent Carbonifer), cuprinde peşti la care notocordul persistă iar vertebrele sunt parţial sau complet osificate. Înotătoarea codală de tip heterocerc sau dificerc. Înotătoarele perechi au radiile prinse de un lob cărnos în interiorul căruia oasele sunt dispuse în şir asemănătoare prin dispoziţie şi musculatură cu cele de la tetrapode (humerus, cubitus, radius şi radiile). Oasele craniului sunt ornamentate şi sunt asemănătoare tetrapodelor. De asemenea dinţii au structură labirintică prin structura smalţului în interiorul dentinei (ca la stegocefali). Exemplu: genul *Osteolepis* (Devonianul mediu), (fig. 3.134).

Ordinul *Dipnoi* (Devonian, Triasic-Actual), (fig. 3.135) cuprinde peşti cu dublă respiraţie: branhială şi pulmonară, adaptaţi perioadelor de secetă. Ei au schelet cartilaginos iar notocordul persistă tot timpul vieţii.

Cutia craniană este asemănătoare crosopterigienilor la formele vechi (paleozoice) şi are un număr redus de oase la formele noi (mezozoice). Prezintă înotătoare codală heterocercă şi din Triasic dificercă. Exoscheletul este gros, cosmoid la formele paleozoice şi subţire, flexibil, cicloid la cele mezozoice. Dentiţia este caracteristică din plăci dentare adaptate la sfărâmarea moluştelor.

Fig. 3.134. *Osteolepis.*

Fig. 3.135. *Dipterus.*

Supraclasa Tetrapoda. Clasa Amphibia. Amfibieni sunt vertebrate terestre, cu temperatura corpului variabilă, cu respiraţie pulmonară în stadiul adult, legate atât de viaţa de uscat cât şi de mediul acvatic (gr. *amphy* = dublu, *bios* = viaţă) prin modul de înmulţire şi dezvoltarea larvelor. Scheletul nu este total osificat. Coloana vertebrală este alcătuită din vertebre de diferite tipuri (amphicoelice = biconcave; opistocoelice = concav posterior, convex anterior; procoelice = convex posterior, concav anterior; platicoelice) (fig. 3.136), diferenţiate după regiunea corpului şi complicate de apofize anterioare, posterioare, transversale.

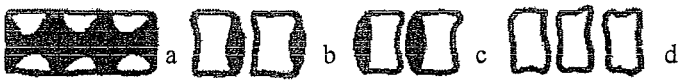


Fig. 3.136. *Tipuri de vertebre: a – amphicoelic; b – opistocoelic; c – procoelic; d – platicoelic.*

Membrele sunt alcătuite din oasele tipice ale tetrapodelor (fig. 3.137) dar dispuse în unghi faţă de corp (primitivism) impunând târârea animalului. Centurile scapulară şi pelviană sunt mai complexe, bine definite, prinse de coloana vertebrală. Craniul este cartilaginos, slab osificat şi prezintă orificii orbitale, nazale şi orificiul pineal. El se articulează cu coloana vertebrală prin două prelungiri, condili occipitali. Dinţii sunt conici şi prinşi în mandibulă. Amfibienii primitivi aveau înveliş protector din solzi dermici, ulterior înlocuit printr-un tegument glandular care permite menţinerea umezelii şi asigură o respiraţie cutanată. Amfibienii sunt grupaţi în trei subclase: *Labyrinthodontia*, *Lepospondyli* şi *Lissamphibia*, prima având importanţă stratigrafică.

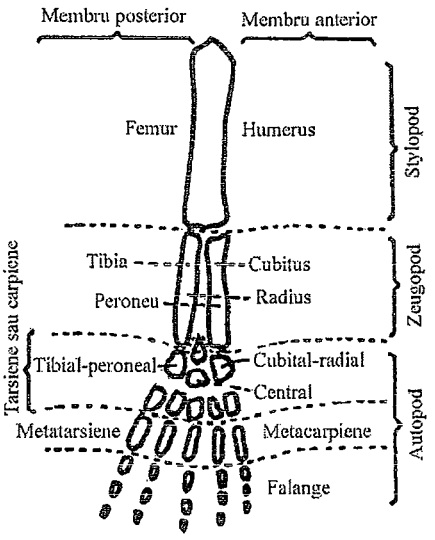


Fig. 3.137. *Schema membrelor la tetrapode.*

Subclasa Labyrinthodontia. Această subclasă cuprinde stegocefalii = amfibieni primitivi cu craniul din plăci dermice groase, sculptate

(gr. *stegos* = acoperiş) cu structură labirintică. Stegocefalii sunt grupaţi în trei ordine cu importanţă stratigrafică.

Ordinul *Ichthyostegalia* (Devonian superior-Carbonifer inferior), cuprinde forme primitive cu caractere de peşti şi amfibieni având ca tip reprezentativ: genul *Ichthyostega* (Devonian superior): corp alungit cu solzi pe partea ventrală şi codală, înotătoare codală heterocercă, craniu asemănător crossopterigienilor, (fig. 3.138).

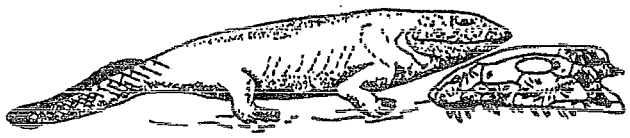


Fig. 3.138. *Ichthyostega.*

Ordinul *Temnospondyli* (Carbonifer-Triasic), cuprinde forme de talie mare (> 2 m lungime) cu craniu turtit dorso-ventral, din oase groase (fig. 3.139, 3.140).

Ordinul *Anthracosauria* (Carbonifer-Permian), (gr. *anthracos* = cărbune, *sauros* = şopârlă), cuprinde forme de talie mică cu aspect de şopârle, cu vertebre cu intercentru redus, cu un singur condil occipital, frecvente în bazinele carbonifere.

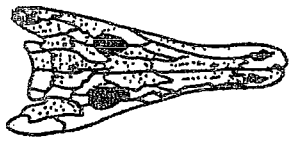


Fig. 3.139. *Archegosaurus.*

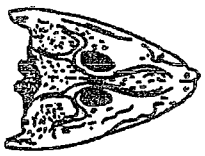


Fig. 3.140. *Mastodonsaurus.*

Clasa Reptilia. Reptilele sunt vertebrate perfect adaptate la viaţa terestră, unele adaptate secundar la cea acvatică sau aeriană. Au temperatura corpului variabilă, respiraţie pulmonară, sunt ovipare. Din oul depus pe uscat, protejat de o coajă calcaroasă şi de două membrane interne se dezvoltă embrionul, fără metamorfoză (fără a mai trece prin stadii larvare). Au corpul acoperit cu piele, uneori cu solzi sau plăci dermice osoase.

Scheletul este complet osificat şi prezintă modificări adaptative. Craniul complet osificat, este format din oase de membrană, iar în cursul evoluţiei se subţiază la partea anterioară şi se dezvoltă posterior. În afară de fosetele orbitale şi nazale mai prezintă în spatele orbitelor una sau două perechi de fosete temporale. Foseta pineală nu este totdeauna prezentă. La Crocodilieni apare, ca o perfecţionare, bolta palatină separând nasul de gură. Articulaţia maxilarului inferior la craniu se face prin osul pătrat.

Craniul se articulează la coloană printr-un singur condil occipital. Dinţii, nediferenţiaţi pot fi sudaţi de oasele maxilare la formele primitive, implântaţi în alveole sau se pot diferenţia la formele evoluate (ca la mamifere). Coloana vertebrală alcătuită din vertebre diferite este diferenţiată în mai multe regiuni: cervicală, dorsală, codală; la Chelonieni se adaugă regiunea sacrală, iar la Crocodilieni şi cea lombară. Vertebrele dorsale şi lombare poartă coaste diferenţiate. Uneori coastele dorsale se pot suda

formând sternul. Vertebrele sacrale pot fi sudate într-un os unic, sacrum. Membrele şi centurile prezintă oase caracteristice adaptate în funcţie de modul de viaţă. În general se subţiază şi tind la o poziţie verticală.

Reptilele au apărut prin forme intermediare din stegocefali, au atins apogeul în Mezozoic şi majoritatea genurilor au dispărut la finele Cretacicului. Ele constituie trunchiul din care s-au separat păsările şi mamiferele. Reptilele au fost grupate în cinci subclase: *Anapsida*, *Ichthyopterigia*, *Euryapsida*, *Archosauria* şi *Synapsida*.

Subclasa Anapsida. Această subclasă cuprinde reptilele cu craniul primitiv lipsit de "ferestre" temporale, cu vertebre amphicoelice, fiind subîmpărţite în trei ordine cu importanţă stratigrafică.

Ordinul *Cotylosauria* (Cambrian-Permian) include reptile asemănătoare seimuriamorfelor de talie mică (0,30-1,50 m), cu craniu plat, cu oasele humerus şi femur dispuse orizontal; membrele anterioare şi posterioare au câte cinci degete (fig. 3.141).

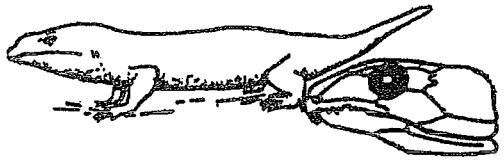


Fig. 3.141. *Labidosaurus.*

Ordinul *Chelonia* (ţestoasele), (? Permian, Triasic-Actual) se caracterizează prin prezenţa unei carapace osoase duble acoperită cu plăci epidermice cornoase. Partea dorsală se numeşte scut, cea ventrală plastron. Membrele sunt adaptate după mediul de viaţă: picioare cu gheare (forme terestre) sau palete înotătoare (forme acvatice).

Ordinul *Mesosauria* (Permian inferior) cuprinde reptile primitive acvatice.

Subclasa Ichthyopterygia. Cuprinde reptilele adaptate la mediul acvatic al căror craniu are lateral câte o fosă temporală.

Ordinul *Ichthyosauria* (Triasic-Cretacic) cu gen reprezentativ, genul *Ichthyosaurus* (Triasic), (gr. = peşte-şopârlă) are corp fusiform cu craniu alungit (1,45 m lungime); orbite cu inel sclerotical; dinţi mici implântaţi într-un şanţ; vertebre amphicoelice; înotătoare codală heterocercă inversă; coaste în regiunea toracică şi abdominală; centuri dezvoltate; membre transformate în palete înotătoare. Erau carnivori, vivipari, embrionii dezvoltându-se în corpul matern, (fig. 3.142).

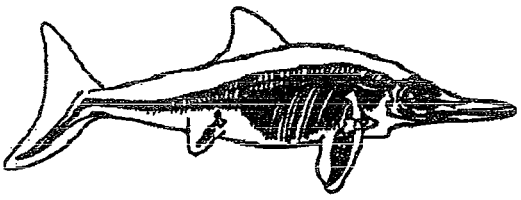


Fig. 3.142. *Ichthyosaurus.*

Subclasa Euryapsida. Cuprinde reptilele al căror craniu are lateral superior câte o fosă temporală.

Ordinul *Sauropterygia* (Triasic-Cretacic) include reptile adaptate treptat la viaţa acvatică. Au vertebre platicoelice, coaste ventrale, centură scapulară puternică şi centură pelviană articulată osului sacrum. Formele din

Fig. 3.143. *Plesiosaurus.*

Triasic, subordinul *Nothosaria*, genul *Nothosaurus* aveau aspect de şopârlă, erau semiacvatice (oasele membrelor erau încă lungi). Formele din Jurasic, subordinul *Plesiosauria*, genul *Plesiosaurus* erau adaptate la viaţa acvatică: craniu mic, gât lung serpentiniform, membre transformate în palete cu număr mare de falange (9). Viaţa lor era asemănătoare cu cea a focilor. Dimensiuni: 15 m lungime (fig. 3.143).

Ordinul *Placodontia* include reptile triasice desprinse din cotilosaurieni, adaptate la viaţa amfibie cu dinţi modificaţi pentru sfărâmarea moluştelor.

Subclasa Lepidosauria. Lepidosaurienii (rinchocefali, şerpi, şopârle) sunt reptilele cu corpul protejat de solzi cornoşi. Craniul posedă două perechi de fose temporale, cea inferioară fiind ventrală.

Ordinul *Eosuchia* (Permian superior-Triasic inferior) include reptile cu caractere primitive(orificiul pineal, dinţi pe maxilare şi pe oasele palatine).

Ordinul *Rhynchocephalia* (Triasic-Actual) are reprezentant actual: genul *Hatteria* (Noua Zeelandă) cu aspect de şopârlă dar cu caractere primitive, cu maxilare alungite şi recurbate.

Ordinul *Squamata* (Triasic-Actual) include şopârle (subordinul *Lacertilia*) care iniţial (Triasic) erau acvatice, iar din Jurasic apar şi terestre, şi şerpi (subordinul *Ophidia*) care apar în Cretacic şi prin adaptarea la târâre pierd parţial sau total membrele. Între şopârle remarcabilă este familia *Mosasaurieni* (Cretacic superior) cu dimensiuni de 15 m adaptate la înot. Ei au înlocuit ichtiosaurienii şi plesiosaurienii în regres.

Subclasa Archosauria. Subclasa *Archosauria* cuprinde reptilele al căror craniu are două perechi de fose temporale din care una închisă. Orificiul pineal dispare, dinţii localizaţi numai pe mandibulă şi maxilar sunt implântaţi în alveole (tecodonţi). Notocordul dispare. Au tendinţa de a deveni bipede: centura pelviană şi osul sacrum se dezvoltă, coada devine organ de echilibru.

Ordinul *Thecodonta* (Triasic superior-Cretacic) cuprinde arcosauri primitivi, separaţi din ordinul *Eosuchia*, strămoşi ai crocodililor, dinosaurilor, pterosaurilor şi chiar a păsărilor. Au talie mică (maximum 3-4 m); pe lângă fosele temporale au fose anteorbitare, fose orbitale, nazale largi, deci craniu uşor; schelet axial din oase subţiri; centură pelviană de tip sauripelvian; membre anterioare mai scurte; coadă lungă; pentru scurt timp bipezi.

Ordinul *Crocodilia* (Triasic-Actual) include reptile adaptate la viaţa acvatică, reprezentată actual prin gavial (India), caiman, aligator (în zone calde). Au osul palatin secundar (cerul gurii) ce separă cavitatea bucală de conductul nazofaringian, perfecţionare ce va evolua la mamifere; au plămâni mari, complicaţi şi inimă cu ventricul din două camere. Se împart în forme primitive (subordinul *Protosuchia* din Triasic); forme mediu evoluate (*Mesosuchia* din Jurasic); şi forme evoluate (*Eusuchia* din Cretacic-Actual).

Supraordinul Dinosaurieni. Dinosaurienii (gr. *deinos* = teribil, înspăimântător, *sauros* = şopârlă) cuprind reptilele superioare, gigantice, ovipare ce apar în Triasic cu apogeu în Jurasic, Cretacic. Au craniul mic comparativ cu corpul; pe lângă fosele temporale au spaţii anteorbitale; orificiul pineal lipseşte; osul pentru articularea maxilarului la craniu este sudat; dinţi teodonţi specializaţi pentru erbivore, carnivore; vertebrele sunt opistocoelice sau platicoelice (fig. 3.136) iar centurile pelviene, sunt diferite la patrupede (tip triradiat) şi bipede (tip tetraradiat) (fig. 3.144) separând dinosaurii în două ordine: *Saurischia* (sauripelvieni) şi *Ornitischia* (avipelvieni).

Ordinul *Saurischia* (Triasic-Cretacic) cuprinde dinosaurieni cu centura pelviană de tip reptilian, formată din ilion, ischion şi pubis (fig. 3.144.*a*).

Subordinul *Theropode* (Triasic superior-Cretacic superior), sunt reptile carnivore, bipede, cu membrele anterioare scurte, de talie mică (maximum 4 m lungime) cu gât şi coadă lungă, rapide, sau de talie mare, greoaie cu cap masiv, gât scurt, dinţi tăioşi, zimţuiţi. Coada are rol de echilibru. Exemplu: genurile *Comsognathus* (Jurasic), (fig. 3.145) de talie mică (50-60 cm lungime); *Megalosaurus* (Jurasic-Cretacic) de talie mare; *Tyranosaurus* (Cretacic) 12 m lungime, 6 m înălţime.

Subordinul *Sauropodomorpha* (Triasic superior-Cretacic superior), sunt sauripelvieni gigantici; erbivori, patrupezi cu maximum de dezvoltare în Jurasic superior-Cretacic; au lungime de 20-28 m, greutate de 12-85 tone; craniu mic; gât scurt; membre scurte şi groase; coadă bine dezvoltată; dinţi mici nefolosiţi însă, la masticaţie, pentru care înghiţeau pietre (gastrolite). Ex. genurile *Brontosaurus*, *Branchiosaurus*, *Titanosaurus*, *Diplodocus* etc.

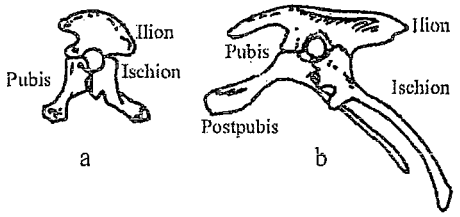


Fig. 3.144. *Centura pelviană la Dinosaurieni: a – sauripelvian; b – avipelvian.*

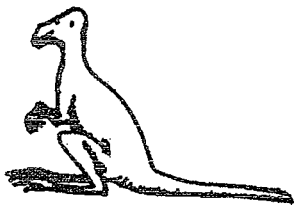


Fig. 3.145. *Comsognathus.*

Fig. 3.146. *Sauripelvieni: a – Brontosaurus; b – Branchiosaurus.*

Ordinul *Ornitischia* (Avipelvieni) (Triasic-Cretacic) cuprinde dinosaurieni cu centura pelviană modificată în sensul că pubisul prezintă două ramuri: pubis şi postpubis, căpătând astfel structură tetraradială (fig. 3.144.*b*) ca la păsări.

Subordinul *Ornithopoda* (Triasic superior-Cretacic superior) cuprinde reptile erbivore bipede sau semibipede. Exemplu: genul *Iguanodon* (Cretacic inferior), (fig. 3.147.*a*) de 5 m înălţime şi 10 m lungime cu craniul comprimat lateral cu numeroşi dinţi pe laturile maxilarelor. Membrele anterioare scurte, cu cinci degete, cele posterioare, dezvoltate cu trei degete cu gheare. Frecvent apar ca impresiuni.

Subordinul *Stegosauria* (Jurasic inferior-Cretacic inferior) cuprinde avipelvieni patrupezi având corpul protejat de plăci dermice osoase dorsale triunghiulare, de spini, solzi. Exemplu: genul *Stegosaurus* (Jurasic superior), (fig. 3.147.*c*).

Subordinul *Ankilosauria* ("dinosauri cuirasaţi"), (Cretacic) cu gen reprezentativ *Ankylosaurus*: corpul protejat de plăci dispuse în şiruri paralele ca o carapace şi coadă terminată cu două sfere osoase ce servesc la apărare.

Subordinul *Ceratopsida* (Cretacic superior) cuprinde avipelvieni patrupezi erbivori cu corp masiv şi aspect de rinoceri (cu coarne). Exemplu: genul *Triceratops* cu craniu mare şi trei coarne (fig. 3.147.*b*).

Fig. 3.147. *Avipelvieni: a – Iguanodon; b – Triceratops; c – Stegosaurus.*

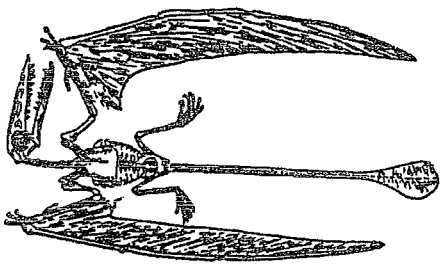


Fig. 3.148. *Rhamphorhyncus.*

Ordinul *Pterosauria* (Jurasic-Cretacic) cuprinde reptile adaptate la zbor prin: penumatizarea oaselor, uşurarea scheletului cranian şi articularea în unghi drept cu coloana vertebrală, scurtarea cozii, prezenţa unui os stern cu carenă, modificarea membrelor anterioare, degetul al cincilea prelungindu-se pentru inserţia membranei alare de natură tegumentară. Exemplu: genurile *Pterodactylus* (Jurasic), *Rhamphorhyncus* (Jurasic superior) (fig. 3.148), *Pteranodon* (Cretacic) formă gigantică (cu aripile întinse depăşea 8 m).

Subclasa Synapsida. Cuprinde reptilele cu craniu cu câte o fosă temporală dar cu aspect mamalian, dinţi diferenţiaţi. Au rol în apariţia mamiferelor.

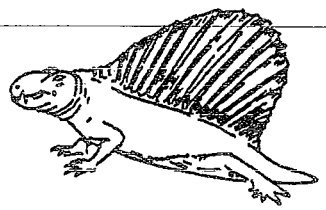


Fig. 3.149. *Dimetrodon.*

Ordinul *Pelycosauria* (gr. "reptile cu pânze"), (Carbonifer-Permian) include reptile a căror coloană vertebrală avea vertebrele cu apofizele neurale dezvoltate şi terminate cu prelungiri transversale care alcătuiau o creastă dorsală ce susţinea o membrană tegumentară. Exemplu: genul *Dimetrodon* (Permian) (fig.3.149)

care avea pe maxilarul superior două proeminenţe asemănătoare caninilor de la mamifere.

Ordinul *Therapsida* (Permian-Jurasic) cuprinde sinapside evoluate cu dinţi diferenţiaţi în incisivi, canini, molari uneori cu tuberculi. Au boltă palatină; condil occipital scindat; membre cu poziţia verticală menţinând corpul ridicat de la pământ. Exemplu: genurile *Inostrancevia* (Permian), carnivor; *Cynogathus* cu mandibula constituită din osul dentar; *Dicynodon* (Permian-Triasic) cu craniu cu arcade temporale, dentiţie din doi colţi puternici, centuri de tip mamalian, oasele humerus şi femur, verticale, falangele dispuse ca la mamifere.

Clasa Aves. Păsările sunt vertebrate ovipare cu corpul cu temperatură constantă, acoperit cu pene şi adaptat pentru zbor. Craniul nu mai are fosete temporale şi este articulat în unghi drept, printr-un condil, cu coloana vertebrală. Maxilarele lipsite de dinţi (la păsările actuale) sunt acoperite de o teacă cornoasă. Coloana vertebrală, cu regiuni bine delimitate este alcătuit din vertebre biconvexe uneori sudate pentru o mai bună inserţie a muşchilor; centurile sunt bine individualizate, cu ilionul dezvoltat şi alipit de partea sudată a coloanei vertebrale; membrele suferă modificări, cele posterioare pentru mersul biped, cele anterioare (de care se fixează pene mari) pentru zbor; oasele sunt pneumatizate şi în legătură cu sacii aerieni din corp. Păsările jurasice au caractere mixte de pasăre şi reptilă. Exemplu: genul *Archaeopterix* (Jurasic superior) (fig. 3.150) din calcarul litografic de la Solenhofen (Bavaria). Are mărimea unui porumbel. Corpul este acoperit cu puf şi cu pene pe aripi şi coadă, alcătuirea centurilor îi dau caractere aviene iar inelul sclerotical osos, dinţii în alveole, coada lungă, vertebrele biconcave, membrele anterioare cu gheare, caractere reptiliene.

Fig. 3.150. *Archaeopterix.*

Subclasa *Neornithes* cuprinde păsări postjurasice (Cretacic-Actual). În Cretacic sunt forme la care se menţin dinţii. Exemplu: genurile *Ichthyornis*, *Hespeornis*.

De remarcat mai sunt *ratitele*, păsări terestre care şi-au pierdut facultatea zborului. Exemplu: genul *Dinornis* (Pliocen) cu înălţimea de 4 m.

Clasa Mammalia. Mamiferele sunt cele mai evoluate vertebrate caracterizate prin corp acoperit cu păr, temperatura constantă, prin faptul că nasc pui vii, dezvoltaţi în uter, şi pe care îi hrănesc cu lapte. Apărute în Mezozoic, ele ating apogeul în Neozoic. Sunt adaptate la viaţa terestră, subterană, semiacvatică, aeriană şi la diferite tipuri de hrană (erbivore, carnivore, omnivore). Craniul este articulat de coloana vertebrală prin doi condili; maxilarul inferior este alcătuit numai dintr-un os dentar articulat direct la craniu, osul pătrat având alte funcţiuni; coloana vertebrală este alcătuită din vertebre platicoelice (fig. 3.136.*d*) şi este împărţită pe regiuni; centurile sunt perfecţionate, cea anterioară având un număr redus de oase; membrele cuprind oase caracteristice adaptate felului de locomoţie: fugă, înot, mers, zbor.

Caracteristică este dentiția, frecvent păstrată prin fosilizare, diferențiată după modul de viață şi hrană (fig. 3.151). Dinții sunt fixați în alveole în oasele maxilare. Ei sunt diferențiați în incisivi, canini, premolari şi molari (fig. 3.152). Există însă şi câteva grupe de mamifere cu dinți identici. Cel mai simplu dinte este de forma unui con alungit (protodont); când coroana dintelui este formată din trei tuberculi conici, coliniari este de tip triconodont; trei tuberculi aşezați în triunghi dau tipul tritubercular; prin adăugarea unui *talon* pe care se dezvoltă un al patrulea tubercul apare tipul tritubercular cu talon (fig. 3.154); prin mărirea numărului de tuberculi se obține tipul tetratubercular sau chiar multitubercular.

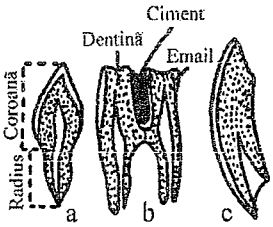


Fig. 3.151. *Morfologia dinților la mamifere: a – carnivore; b – erbivore; c – rozătoare.*

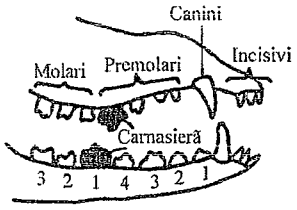


Fig. 3.152. *Diferențierea dinților.*

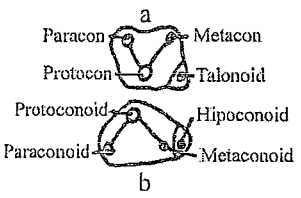


Fig. 3.153. *Terminologia dentară: a – molar superior; b – molar inferior.*

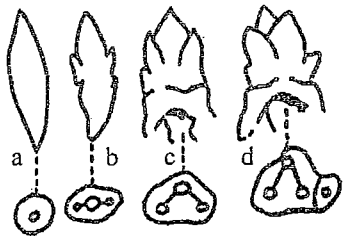


Fig. 3.154. *Stadii evolutive: a – protodent; b – triconodent; c – tritubercular; d – tritubercular cu talon.*

În funcție de hrană şi modul de mestecare, tuberculii de pe suprafața de triturare a molarilor şi premolarilor iau dispoziții caracteristice generând mai multe tipuri (fig. 3.155): *bunodont*, cu tuberculi conici şi puțin înalți (omnivore); *secodont*, cu tuberculi lățiți longitudinal şi sudați în creste (carnivore); *lofodont*, cu tuberculi alungiți, având forma unor creste (ierbivore); *selenodont*, cu crestele în formă de semilună (rumegătoare).

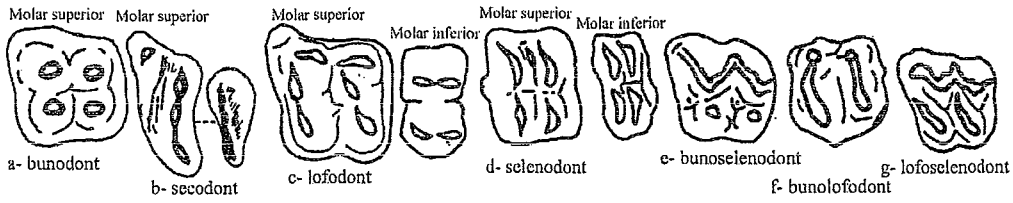


Fig. 3.155. *Tipuri de molari.*

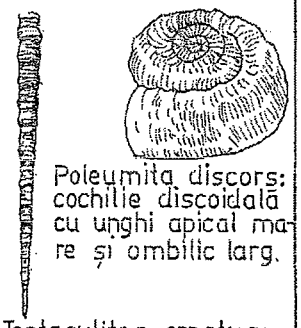
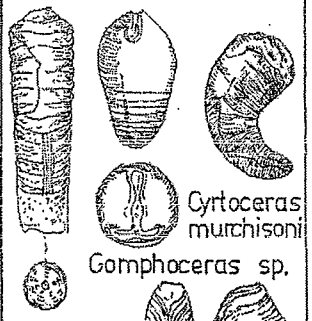
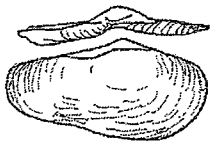
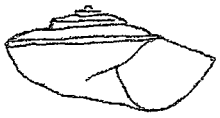
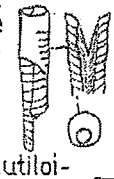
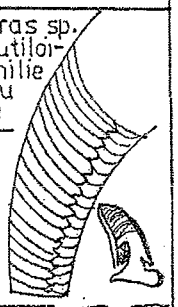
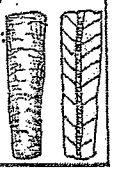
Exemplu: genurile *Machairodus* (Paleogen), *Ursus spelaeus* (Cuaternar), *Cetotherium* (Miocen), *Uintatherium* (Eocen), *Mastodon* (Oligocen-Cuaternar), *Elephas primigenius* (mamutul) (Pliocen-Cuaternar), *Miohippus* (Oligocen), *Aceratherium* (rinocer fără corn) (Oligocen-Miocen), *Rhinoceros* (Miocen-Actual), *Anthracotherium* (Oligocen), *Bos primigenius* (bourul) (Cuaternar), *Bison priscus* (zimbrul) (Cuaternar).

STRATIGRAFIE

EON	ERĂ (timp) ERATHEM=GRUPĂ(sp) Definiție, Delimitare		VÎRSTA ABS. (M.A.) OROGENEZA	SUBDIVIZIUNI ȘI CARACTERE PETROGRAFICE — SCUTUL BALTIC: REGIUNEA DALSLANDIDE	REGIUNEA GOTHIDE	REGIUNEA SVECOFENNIDE	REGIUNEA CARELIDE	SCUTUL CANADIAN: REGIUNEA MARILOR LACURI	URME DE VIAȚĂ
FANEROZOIC	lim. sup.: discordanță pur.		570 0. assintică (caledoniană)	INFRACAMBRIAN (SS) (la vestul scutului Baltic, în sudul Norvegiei): Sparagmita = serie continentală de gresii feldspatice cenușii roșii și conglomerate. JOTNIAN SUPERIOR = formațiuni continentale necutate de umplutură a grabenelor: gresii feldspatice roșii, șisturi argiloase roșii		RIFHEAN (lat. Riphaeus = Urali) (serie subțire în zona Leningrad și de 11000 m grosime în Urali): arcoze, gresii, filite, calcare, conglomerate cu intruziuni de diabaze		Arthropode (apendice cărbunoase) Brahiopode Viermi anelizi (impresiuni) Celenterate (Charnia masoni, Rangea) Spiculi de spongieri Radiolari Sporomorphe (spori de ciuperci) Rifaenites (spori de alge)
	PROTEROZOIC — ALGONKIAN (timpul scurs de la discordanța unghiulară epiarhaică pînă la apariția faunei cu trilobiți: Fallotaspis sau Olenellus)	SUPERIOR / MEDIU	700 1000	DALSLADIAN (la W de gothide): serie detritică (cuarțite, filite spilite); granite de Bohus		JOTNIAN (S.S.) conglomerate, arcoze, șisturi argiloase străbătute de granitul roșu (cu ortoză) de Rapakiwi		KEEWENAVIAN (discordant peste HURONIAN): marele conglomerat, gresii roșii, lave bazice cu zăcăminte de minerale cuprifere străbătute de Killarney	Conophyton: conuri imbricate Cryptozoon: concrețiuni calcaroase cu structură concentrică
			1600 (1800)	GOTHIAN (S-Suedia, SE Norvegia): serie cutată detritică (paragnaise, cuarțite, vulcanite); granite de Gothian				Seria de GREENVILLE (Quebec + pen. Labrador) calcare, filite	Collenia: cruste calcaroase suprapuse ondulate, cu ridicări mamelonare
	lim. inf. discordanța unghiulară epiarhaică	INFERIOR	2500			SVECOFENNIAN (în catenele svecofennide din centrul Suediei și sudul Finlandei): gnaise micașisturi, filite (parametamorfite), vulcanite bazice străbătute de granitele de Hango	KARELIAN (în catenele karelide situate la vest de marealbide): conglomerate, cuarțite, dolomite, filite (dep. transgresive) urmate de flișmetamorfozat (filite) străbătute de granite de Rapakiwi	HURONIAN (depozite de geosinclinal în zona lacurilor: Superior și Huron): predominant conglomerate glaciare (tillite) asociate cu cuarțite și șisturi silicioase cu silicați de fier	Seria de ANIMIKIE (N de lacul Superior = Huronian sup.: gresii, șisturi silicioase)
ARHEOZOIC (timpul (7/8 din istoria terrei, cu rare urme de viețuitoare)	lim. sup. este marcată printr-o puternică discordanță unghiulară ARHAIC (timpul scurs de la formarea primei cruste pînă la marea discordanță epiarhaică)		3800	BELOMORIAN (în catenele belomoride = marealbide din vestul Peninsulei Kola în zona tărmului Mării Albe): gnaise, migmatite, amfibolite, granite, marmure, cuarțite.				TIMISKMIAN (în catenele laurentide): conglomerate cu elemente verzi, gresii, cuarțite, calcare și dolomite parțial metamorfozate străbătute de granite algomiene	Alge cyanophyceae (Stromatolithe), chlorophiceae, rhodophiceae (Africa de Sud — filamente de vîrsta 2.800 MA) Structuri de bacterii bacilare din cuarțite (3.200 M.A) din Swaziland (Africa)
	lim. inf. continuu distrusă prin topire		4000 4600	SAAMIAN (în catenele saamide din Peninsula Kola) gnaise, amfibolite și granite.				KEEWATINIAN (în catenele laurentide de la S și SW de linia lacurilor Superior și Sclavilor = linia glințului) roci vulcanice verzi, roci metamorfice străbătute de granite roz (cu ortoză) laurențiene	Hidrocarburi cu mare conc. de C_{12} (Groenlanda) Eozoon canadense Dawson, structură anorganică: alternanță de lamele calcit și serpentină străbătută de canale
				KATARHEAN (în catenele katarhaice = norvegosaamidice din Peninsula Kola): migmatite și gnaise provenite din granite mai vechi de 3000 M.A.				PREKEEWATINIAN: gnaise	

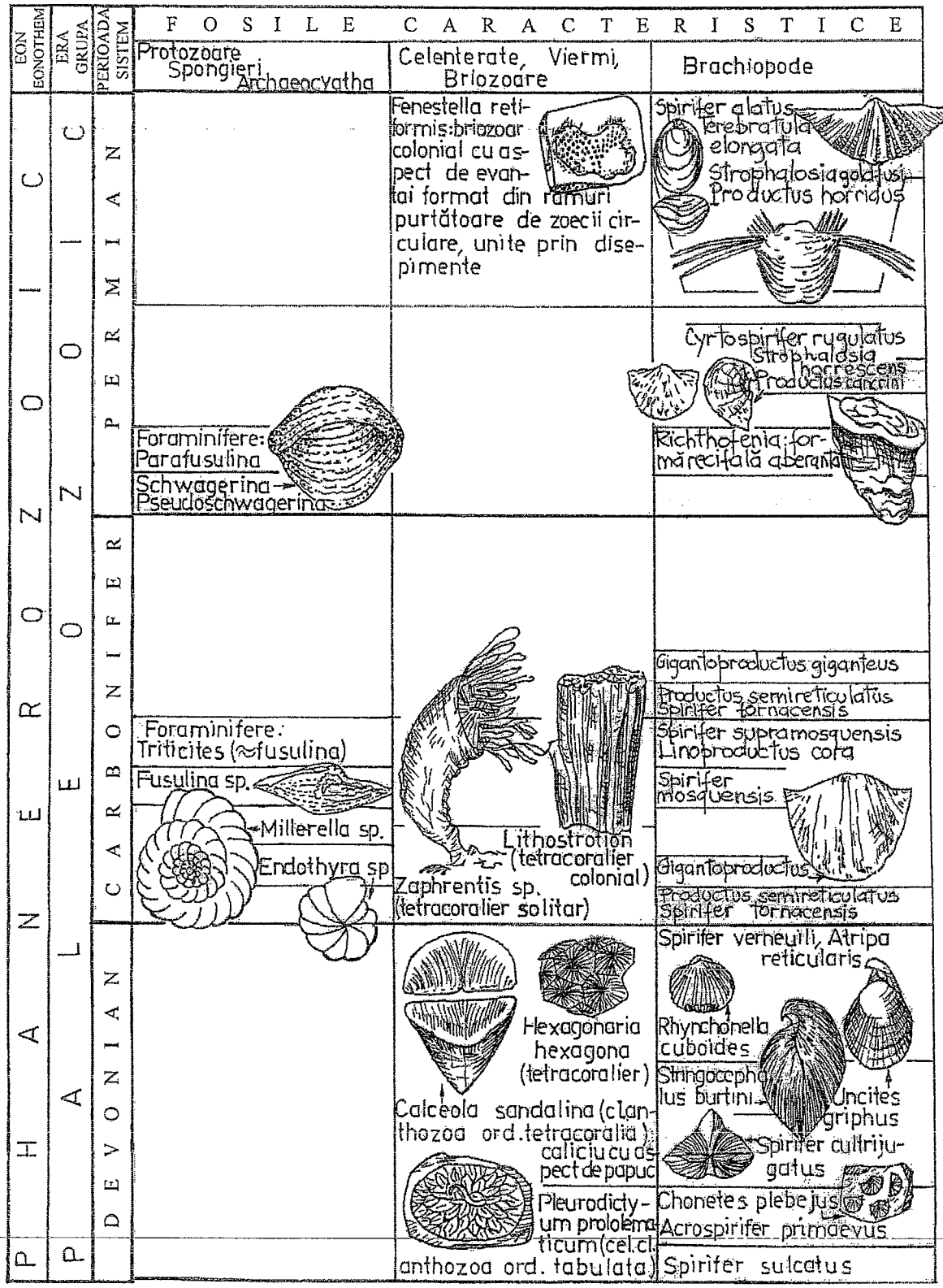
EON EONOTHEM / ERA GRUPA	PERIOADA (timp) SISTEM (spaţiu) Definiţie, Delimitare	CARACTERE PALEONTOLOGICE	VIRSTA (timp) ETAJ (spaţiu)	FOSILE CARACTERISTICE Flora
P (timpul caracterizat prin abundenţă mare de fosile) / H (timpul în care au predominat graptoliţii)	lim. sup: sub stratele cu Monograptus uniformis **SILURIAN** (timpul în care au predominat graptoliţii, monograptizii; siluriii = popor celtic în ţara Galilor; durata = 40 MA) lim. inf.: sub stratele cu graptoliţi, monograptizi sau în zone de geosinclinal deasupra discordanţei taconice	Flora. Alge calcaroase marine. Plante terestre psilopside (Psilophyton) Baragwanathia longifolia Fauna. Celenterate (Stromatoporide, tabulate, tetracorallieri) Brahiopode articulate Cefalopode nautiloidee = apogeu Apar goniatiţii Arthropode (trilobiţi = apogeu, apar gigantostraceii, ostracodele) Echinoderme (crinoide, cystoide) Graptoliţii Vertebrate: agnathe, placoderme	Downtonian Ludlovian Wenlockian Salopian Llandoverian (Valenţian)	 Baragwanathia longifolia: planta terestra cu caractere de psilofitale şi licopodiale cu tulpini aeriene dichotomice, frunze lungi liniare, uninerve, rizomi cu cicatrice; izosporee
Z (de organizare primitivă) / O (au o organizare mai complexă)	lim. sup.: sub zona cu graptoliţii uniseriaţi monograptizi, în unele regiuni discordanţa fazei taconice **ORDOVICIAN** (ordovicii popor celtic în ţara Galilor; durata = 65 M.A.) lim. inf.: sub zona cu graptolitul Dictyonema flabelliforme sau sub stratele cu trilobiţii Euloma, Niobe, Ceratopyge.	Flora marină predominã; bacterii alge (inclusiv alge brune). Plante terestre briophyte (muscinee, hepatice). Fauna. Celenterate: hidrozoare (stromatoporoide), antozoare (tabulaţi, tetracolarieri), scyphozoare (conulariide) Brahiopode Nautiloidee Arthropode-trilobiţi foarte numeroşi Echinoderme-frecv. cystoide Stomocordate-graptoliţi	Ashgillian Caradocian Llandeilian Llanvirnian Skiddavian (Arenigian) Tremadocian	
E (timpul în care vieţuitoarele au o organizare mai complexă) / A (timpul în care vieţuitoarele au o organizare mai complexă)	lim. sup.: sub zona cu graptolitul Dictyonema flabelliforme (în prov. atlantică); discord. fazei sarde **CAMBRIAN** (primul sistem cu asociaţii caracteristice de organisme; Cambria = provincie în sudul Angliei; durata = 70 M.A.) lim. inf.: sub zona cu trilobiţii Fallotaspis, Olenellus sau deasupra discord. assintice	Flora. Thalophyte marine: bacterii, alge (cyanophyceae, chlorophyceae, rhodophyceae); incert: sporide Briophyte (plante terestre) Fauna. Conodonte Archaeocyathide Brahiopode frecvent nearticulate. Arthropode-trilobiţi primitivi cu nr. mare de segmente toracice, pigidium mic, glabela segmentată, înrulabili.	Potsdamian Acadian Georgian	

EON EONOTHEM	ERA GRUPA	PERIOADA SISTEM	FOSILE CARACTERISTICE		
			Protozoare Spongieri Archaeocyatha	Celenterate Viermi Briozoare	Brachiopode
PHANEROZOIC (timpul caracterizat prin mare abundență de fosile)	CENOZOIC (timpul în care viețuitoarele au o organizare primitivă)	inf	SILURIAN		Goniophyllum pyramidale (teracoralier); Halysites catenularia (tabulat); Favosites gotlandicus (celenterat, anthozoar, tabulat); Pentamerus oblongus; Leptaena rhomboidalis; Ferganella borealis
			ORDOVICIAN	Conularia sp.(apogeu); Stromatopora sp.: celenterat hydrozoar	Rafinesquina alternata (brahiopod articulat); Porambonites aequirostris: brah. articulat, cochilie sferică; Orthis calligrama: brahiopod articulat cu valve circulare convexe cu coaste puternice.
			CAMBRIAN	Archaeocyathus profundus: schelet calcaros cilindro-conic cu pereți dubli perforați legați prin septe; Coscinocyathus; Conularia: celenterate scyfozoare cu simetrie tetrameră și corp conic piramidal; Spatangopsis lindströmi: mulajul cavității centrale al unei meduse (clasa Scyphozoa)	Lingulella davisii: brahiopod nearticulat, echivalv, cu coaste fine radiare; Eoorthis remnicha: brahiopod articulat cu cochilie plan convexă semicirculară; Obolus sp.: brahiopod nearticulat de talie mică cu valve groase și striuri fine; Lingulella nathorsti

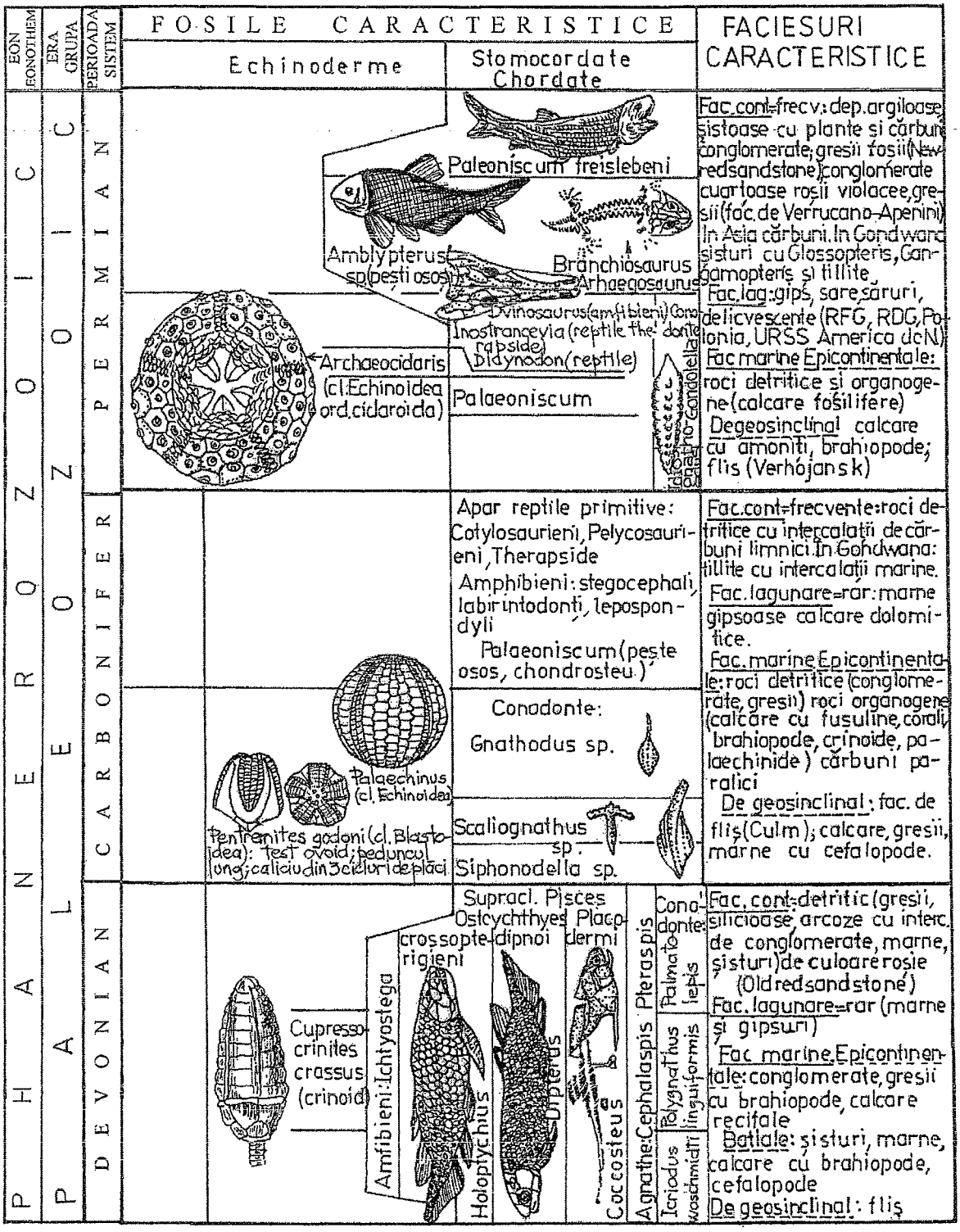
EON EONOTHEM	ERA GRUPA	PERIOADA SISTEM	FOSILE CARACTERISTICE		
			Lamellibranchiate	Gasteropode	Cephalopode
PHANEROZOIC (timpul caracterizat prin abundenţă mare de fosile)	Paleozoic (timpul în care vieţuitoarele au o organizare primitivă) inf	SILURIAN	Cardiola cornucapiae: valve circulare subţiri cu umbone răsucit anterior, ornamentaţie cu coaste groase şi şanţuri concentrice, dentiţie taxodontă	 Poleumita discors: cochilie discoidală cu unghi apical mare şi ombilic larg. Tentaculites ornatus: cochilie conică foarte alungită cu unghi apical mic cu inele transv.	Nautiloidee  Cyrtoceras murchisoni Gomphoceras sp. Orthoceras annulatum Phragmoceras broderipi
		ORDOVICIAN	 Ctenodonta nasuta lamelibranhiat (sbcl. Palaeotaxodonta ord. Nuculoida) cu cochilie echivalvă inechilaterală, neornamentată, alungită anteroposterior	 Raphistoma qualteriata: cochilie triunghiulară joasă cu unghi apical mare, cu carena pronunţată; apertura rombică; ombilic larg.	Endoceras sp: nautiloideu de talie mare, cochilie dreaptă cu sifon ventral  Lituites sp: nautiloideu cu cochilie înrulată în primele stadii, apoi dreaptă.
		CAMBRIAN		Oelandia acuticostata: cochilie patelliformă cu apex uşor curbat.	Plectronoceras sp. probabil nautiloideu cu cochilie cirtoconă, cu septe dese  Volborthella tenuis: fosilă cu aspect de nautiloideu cochilie ortoconă mică 

EON EONOTHEM	ERA GRUPA	PERIOADA SISTEM	FOSILE CARACTERISTICE: Arthropode	Echinoderme	Stomocordate Chordate		FACIESURI CARACTERISTICE
P (timpul caracterizat printr-o mare abundență de fosile) H A N E R O Z O I C (timpul în care vieţuitoarele au o organizare primitivă)	P A L E O Z O I C inf	SILURIAN	Gigantostracei: Eurypterus; Pterygotus; Trilobiţi: Calymene blumenbachi	Cyathocrinites longimanus (cl. Crinoidea); Pteraspis, Cephalaspis (cl. Agnata)	Monograptus ultimus; Bohemograptus; Monograptus nilssoni; Monograptus priodon; Cyrtograptus; Rastrites linnaei; Monograptus turriculatus; Monograptus convolutus; Ko kelella; Apsido-ghathus		Fac. cont. depozite detritice (Oldredsandstone) -lagunare: rar marne cu gipsuri. Fac. marine = frecv. -epicontinentale: frecv. conglomerate gresii, calcare recifale. -batiale: şisturi, marne, calcare cu brahiopode, lentaculiţi cefalopode. -de geosinclinal: depozite flişoide
		ORDOVICIAN	Trilobiţi; Dalmanitina mucronata; Onnia ornata; Dalmanitina socialis; Illaenus oblongatus; Trinucleus goldfussi; Asaphus expansus; Euloma, Niobe; Ceratopyge	Echinosphera aurantium cystoid sferic din plăci poligonale, fără simetrie, cu pori pectinaţi şi 3 deschideri principale; Macrocystella mariae: cystoid cu test ovoid, din 4 cicluri de cîte 5 plăci; Edrioaster bigsbyi	Dicellograptus anceps; Climacograptus peltifer; Diplograptus; Nemagraptus gracilis; Didymograptus murchisoni; Phyllograptus typus; Tetragraptus fruticosus; Didymograptus extensus; Dictyonema flabelliforme; Amorphognathus (conodonte); Cordylodus		Fac. cont. = fără imp. lagunare: gresii argile roşii cu gips şi sare, şisturi bituminoase (de Kuckers) cu concreţiuni de fosforite (s. de Naslavacea). Fac. marine: frecvente -epicontinentale gresii cuarţifice, gresii feldspatice cu trilobiţi, brahiopode, tabulaţi, calcare recifale fosilifere. -de geosinclinal: calcare şistoase cu cystoidee, trilobiţi, şisturi arg. negre cu graptoliţi.
		CAMBRIAN	Peltura scarabaeoides; Olenus truncatus; Dikellocepalus; Pagodia				Fac. cont: slab reprezent. -lagunare: gresii, nisipuri, şisturi roşii, dolomite cu interc. de gips, anhidrit, sare. Fac. marine: frecvente -epicontinentale detritice (conglomerate, gresii, şisturi argiloase); organogene (calcare cu archaeocyatide, algale). -Batiale: şisturi aluniferе cu trilobiţi, calcare noduloase, bituminoase cu trilobiţi
			Conocoryphe sulzeri; Paradoxides gracilis; Paradoxides bohemicus; Olenoides; Dorypyge; Redlichia; Protolenus paradoxides; Olenellus; Kjerulfi; Fallotaspis	Licheноides priscus (cystoid); Stromatocystites sp.: sferic de mare cu test pentagonal din plăci poligonale cu pori simpli	Westergaardodina sp.: piese din fosfat şi carbonat de calciu ale unor chordate inferioare (subîncreng Conodontochordata)		

EON / ERA	PERIOADA (timp) / SISTEM (spațiu) / Definiție; Delimitare		CARACTERE PALEONTOLOGICE	VÂRSTA (timp) / ETAJ (spațiu)		FOSILE CARACTERISTICE — Flora
PALEOZOIC	lim. sup. deasupra stratelor cu brah. Productus, Spirifer, Chonetes și sub cele cu ceratitul Otoceras **PERMIAN** (Perm = provincie la vest de munții Urali; 50 M.A.) lim. inf. sub stratele cu Pseudoschwagerina, Schwagerina și amonoideele Medlicottia, Properrinites (fac. marin) sau sub str. cu Callipteris (f. cont.)	fac. cont.-fac. marin-lagunar GERMANIA fac. cont.-fac. marin-lagunar EUROPA vest fac. marin cu episoade lagunare, continentale EUROPA est	Flora cont. în Perm inf. ≈ Carb. Pteridophyte (Licopodiale, sphenophyte, filicophyte); Gimnosperme. În Gondwana: pteridospermee (Glossopteris), articulate. În Perm. sup. = flora mezophytică: coniferale (Walchia, Voltzia) cordaitale, cycadale, ginkgoale (Baiera) Faună cont. lagunară. Lamelibranhiate dulcicole; Gigantostracei, Ostracode; Insecte; Pești ososi (ganoizi); Amfibieni; Reptile Faună marină. Foraminifere; Spongieri; Celenterate (teracoralieri); Briozoare; Brahiopode art.; Lamelibranhiate; Cefalopode (goniatiți, ceratiți); Trilobiți (ultimii); Echinoderme; Pești ososi	Zechstein	Thuringian (marin-lag.)	Voltzia heterophylla Ullmannia bronni (cl. coniferales)
				Rothliegende	Saxonian (cont.-lacustru)	Walchia (Lebachia) piniformis (cl. Coniferales)
					Autunian (cont.-lacustru)	Calipteris conferta (cl. Pterido spermatophyta)
					Tatarian (cont.)	Voltzia Ullmannia Glossopteris
					Kazanian	
					Kungurian (lag. cont.)	Gangamopteris Phyllotheca
					Artinskian	
					Sakmarian	
	lim. sup. sub str. cu foram. Pseudoschwagerina, Schwagerina și amon. Medlicottia (fac. marin) sau sub stratele cu Callipteris (fac. mixt) **CARBONIFER** (sistem cu mari zăc. de cărbuni; 65 M.A.) lim. inf. sub str. cu Pericyclus, Pronorites (fac. marin) sau sub str. cu Productus, cu conodontul Siphonodella (f. mixt)	fac. marin-cont. (la partea sup. centru și vest) EUROPA facies marin est și sud EUROPA	Flora. Pteridophyte (licopodiale, spenophyte, filicophyte); Gimnosperme (pteridospermee și cordaitale, cycadale, coniferale la finele Carboniferului) Fauna. Gasteropode, lamelibranhiate dulcicole, Gigantostracei, insecte, arachnide, Pești ososi, Amfibieni de Apar reptile Flora. Alge → cărbuni bituminoși; Protozoare foraminifere Celenterate (tetracoralieri, rar tabulați, stromatoporoidee) Brahiopode articulate. Lamelibranhiate dysodonte. Nautiloidee în regres, amonoidee în progres (goniatiți) Echinoderme (blastoide, crinoide). Rechini.	Silezian	Stephanian	Coniferale, Ginkgoale, Cycadophyte Cordaites →
					Westphalian	Neuropteris, Odontopteris, Sphaenopteris, Alethopteris, Pecopteris (pteridospermatophyte)
					Namurian	Annularia stellata (cl. Sphenophyta)
				Dinantian	Visean	Calamites → (cl. Sphenophyta)
					Tournaisian	Lepidodendron Sigilaria Stigmaria } cl. licopodiale
					Uralian	
					Moscovian	
					Baskirian	
					Namurian	
					Visean	Asterocalamites Archaeosigillaria Rhacopteris (feriga)
					Tournaisian	
PALAEOZOIC	lim. sup. sub stratele cu brahiopodul Productus și goniatiții Pericyclus, Pronorites Gattendorfia **DEVONIAN** (Devonshire = comitat în Anglia; 50 M.A.) lim. inf.: sub stratele cu Monograptus uniformis		Flora terestră: psilophytale, lycopodiale, sphenophyte, filicophyte și pteridospermee în Dev. sup. Flora marină: alge calcaroase. Fauna. Celenterate (tetracoralieri tabulați, stromatoporoidee) Brahiopode articulate Cephalopode (goniatiți) Arthropode (gigantostracei, insecte, arachnide, miriapode, trilobiți în regres, ostracode) Vertebrate (agnathe, pești placodermi, ososi, conodonte)		Famennian	Archaeopteris sp. Protolepidodendron (lycopodiale)
					Frasnian	
					Givetian	
					Eifelian (Couvinian)	psilophytale
					Emsian (Coblenzian)	Horneophyton Rhynia sp. Psilophyton sp.
					Siegenian	
					Gedinian	

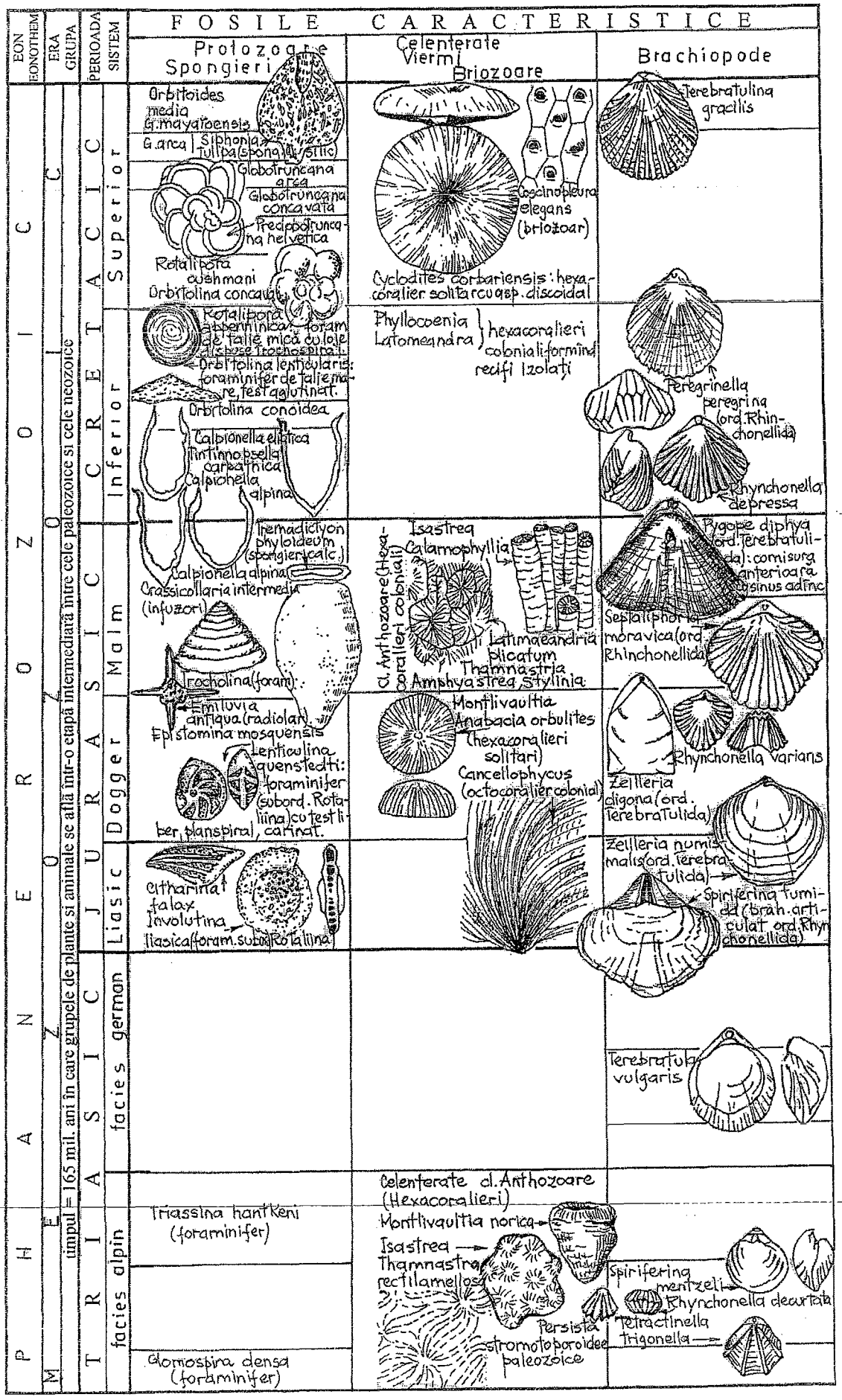

EON EONOTHEM
ERA GRUPA
PERIOADA SISTEM
FOSILE CARACTERISTICE
Protozoare Spongieri Archaeocyatha
Celenterate, Viermi, Briozoare
Brachiopode
PHANEROZOIC
PALEOZOIC
DEVONIAN
CARBONIFER
PERMIAN
Fenestella retiformis: briozoar colonial cu aspect de evantai format din ramuri purtătoare de zoecii circulare, unite prin diseptimente
Spirifer alatus
Terebratula elongata
Strophalosia goldfussi
Productus horridus
Cyrtospirifer rugulatus
Strophalosia horrescens
Productus cancrini
Richthofenia; formă recifală aberantă
Foraminifere: Parafusulina
Schwagerina
Pseudoschwagerina
Foraminifere: Triticites (≈fusulina)
Fusulina sp.
Millerella sp.
Endothyra sp
Lithostrotion (tetracoralier colonial)
Zaphrentis sp. (tetracoralier solitar)
Gigantoproductus giganteus
Productus semireticulatus
Spirifer tornacensis
Spirifer supramosquensis
Linoproductus cora
Spirifer mosquensis
Gigantoproductus
Productus semireticulatus
Spirifer tornacensis
Spirifer verneuili, Atripa reticularis
Rhynchonella cuboides
Hexagonaria hexagona (tetracoralier)
Calceola sandalina (clanthozoa ord. tetracoralia); calice cu aspect de papuc
Pleurodictyum problematicum (cel. cl. anthozoa ord. tabulata)
Stringocephalus burtini
Uncites gryphus
Spirifer cultrijugatus
Chonetes plebejus
Acrospirifer primaevus
Spirifer sulcatus

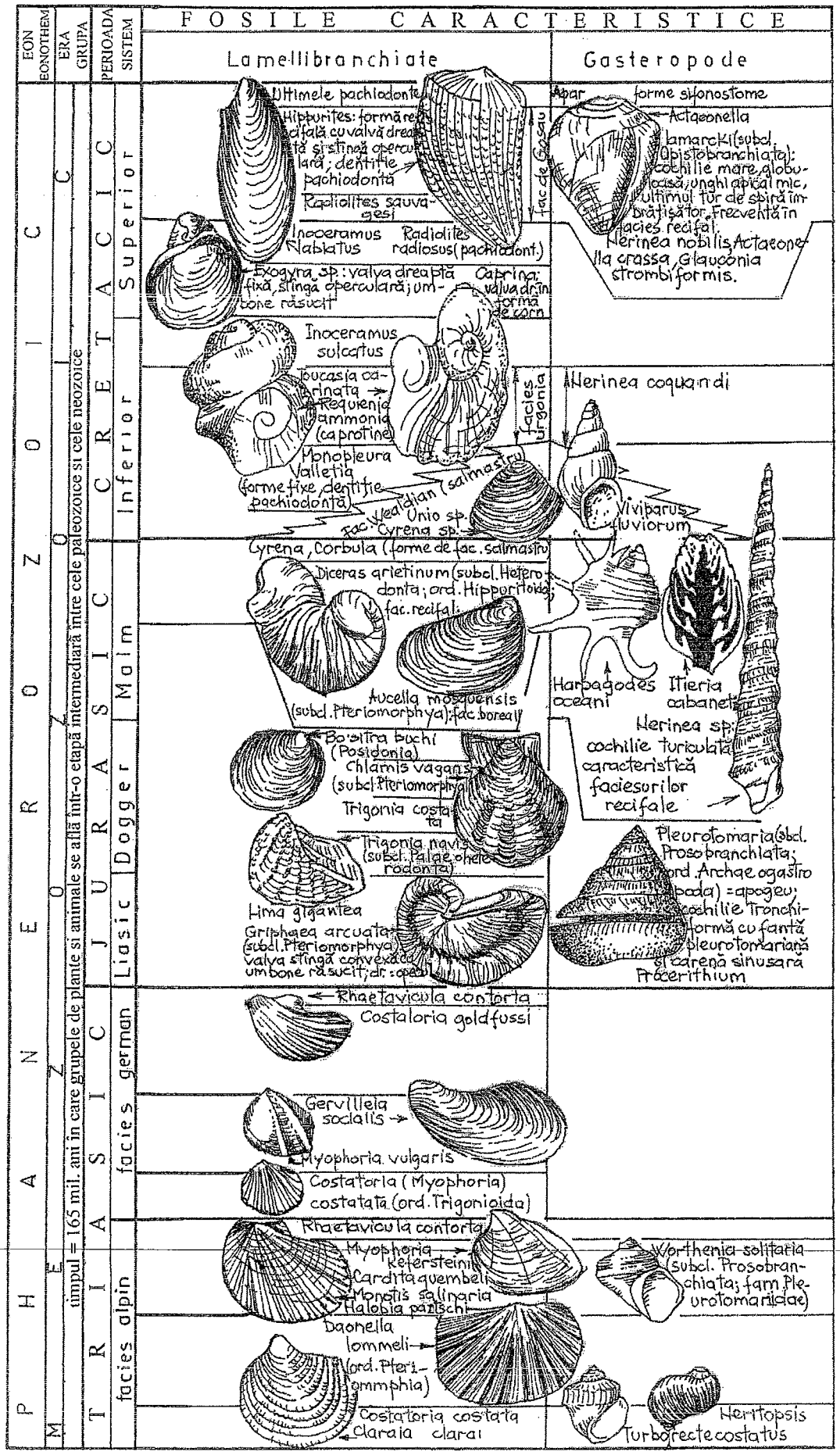
EON EONOTHEM	ERA GRUPA	PERIOADA SISTEM	FOSILE CARACTERISTICE			
			Lamellibranchiate	Gasteropode	Cefalopode	Arthropode
PHANEROZOIC	PALEOZOIC	PERMIAN	Schizodus obscurus (ord. trigonoida)	Fără importanță stratigrafică		Ultimii gigantostracei: Insecte, Arachnide, Miriapode, Ostracode
			Anthracosia carbonaria: valve mici, subțiri; Schizodus obscurus; Schizodus rossicus		Artinskia artiensis; Medlicottia orbignyana; Properrinites sp.	Ultimii trilobiți: Phillipsia, Griffithides
		CARBONIFER	Anthracomya calcifera; Anthracosia ovalis; Naiadites modiolaris	forme de apă dulce: Viviparus	Goniatiții: Schistoceras; Anthracoceras aegiranum; Gastrioceras; Reticuloceras; Eumorphoceras; Goniatites crenistria; Imitoceras; Gattendorfia	Meganeura cu aspect gigantică sp. (insectă de libelulă - 70 cm)
			Posidonia becheri	Bellerophon bicarenus	Schistoceras; Anthracoceras aegiranum; Gastrioceras; Reticuloceras; Eumorphoceras; Goniatites crenistria; Pericyclus princeps	Phillipsia gemmulifera (trilobit)
		DEVONIAN	Buchiola retrostriata: talie mică, valve inechilat., umbone prosogir, coaste rad.; Eumegalodon cucullatus (sbcl. Heterodonta) formă prerecifală cu scoică groasă	In faciesurile argiloase ale Dev. inf. apar încă tentaculiți	Kosmoclymenia undulata (ord. clymeniida); Manticoceras intumescens (goniatit); Maenioceras terebratum; Anarcestes lateseptatus (goniatit)	Trilobiți: Phacops sp.; Proetus cuvieri; Scutellum paliferum; Harpes ungula; Ceratarges armatus; Gigantostracei: Eurypterus, Pterygotus
			Pterinea lineata: talie mică, scoică subțire, dentiție disodontă	Murchisonia bacheri: cochilie turriculată, peristom cu sinus, carenă.	Agoniatites fidelis (goniatit)	

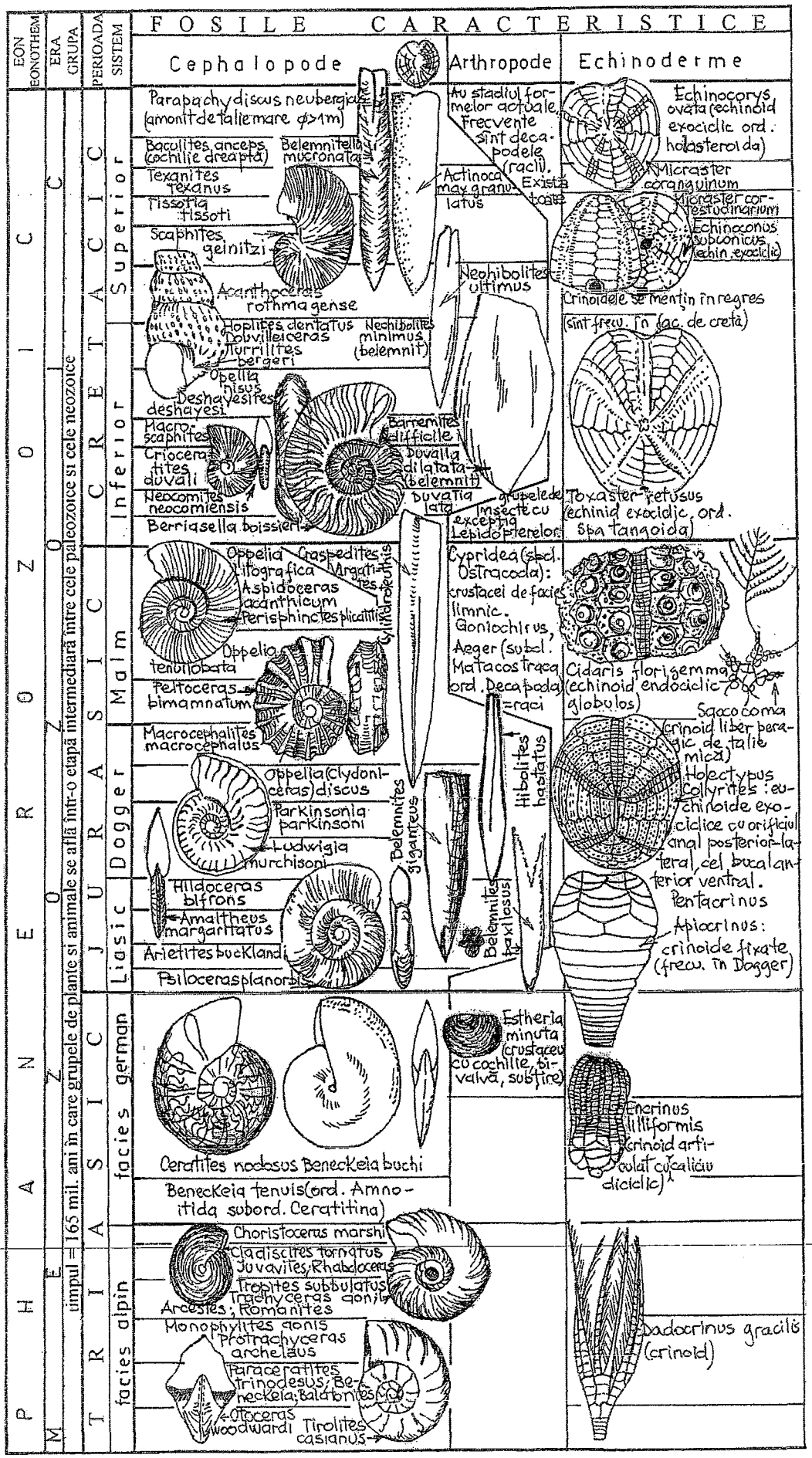

EON EONOTHEM
ERA GRUPA
PERIOADA SISTEM
FOSILE CARACTERISTICE
Echinoderme
Stomocordate Chordate
FACIESURI CARACTERISTICE
PHANEROZOIC
PALEOZOIC
PERMIAN
Paleoniscum freislebeni
Amblypterus sp.(pesti osoși)
Branchiosaurus
Archaeosaurus
Dvinosaurus(amfibieni) Conodelicvescente
Inostrancevia (reptile therapside)
Didynodon(reptile)
Archaeocidaris (cl.Echinoidea ord.cidaroida)
Palaeoniscum
Fac.cont=frecv.:dep.argiloase, șistoase cu plante și cărbuni conglomerate,gresii roșii(New red sandstone),conglomerate cuarțoase roșii violacee,gresii(fac.de Verrucano-Apenini) în Asia cărbuni.în Gondwana șisturi cu Glossopteris,Gangamopteris și tillite.
Fac.lag:gips, sare,săruri, delicvescente (RFG, RDG,Polonia, URSS America de N)
Fac marine Epicontinentale: roci detritice și organogene(calcare fosilifere)
Degeosinclinal calcare cu amoniți, brahiopode; flis (Verhójansk)
CARBONIFER
Apar reptile primitive: Cotylosaurieni, Pelycosaurieni, Therapside
Amfibieni: stegocephali, labirintodonți, leptospondyli
Palaeoniscum(pește osos, chondrosteu.)
Fac.cont=frecvente:roci detritice cu intercalații de cărbuni limnici.în Gondwana: tillite cu intercalații marine.
Fac.lagunare=rar: marne gipsoase calcare dolomitice.
Fac.marine Epicontinentale: roci detritice (conglomerate, gresii) roci organogene (calcare cu fusuline,corali, brahiopode, crinoide, palaechinide) cărbuni paralici
De geosinclinal: fac. de fliș(Culm), calcare, gresii, marne cu cefalopode.
Conodonte:
Gnathodus sp.
Palaechinus (cl. Echinoidea)
Pentremites godoni(cl. Blastoidea): test ovoid;pedunculong;caliciu din 3 cicluri de plăci
Scaliognathus sp.
Siphonodella sp.
DEVONIAN
Supracl. Pisces
Osteychthyes
Placodermi
crossopterigieni
dipnoi
Conodonte:
Pteraspis
Palmatolepis
Polygnathus
linguiformis
Icriodus woschmidti
Agnathe:Cephalaspis
Cupressocrinites crassus (crinoid)
Amfibieni:Ichtyostega
Holoptychius
Dipterus
Coccosteus
Fac, cont=detritic (gresii, silicioase, arcoze cu interc. de conglomerate, marne, șisturi) de culoare roșie (Old red sandstone)
Fac. lagunare=rar (marne și gipsuri)
Fac marine Epicontinentale: conglomerate, gresii cu brahiopode, calcare recifale
Batiale: șisturi, marne, calcare cu brahiopode, cefalopode
De geosinclinal: flis

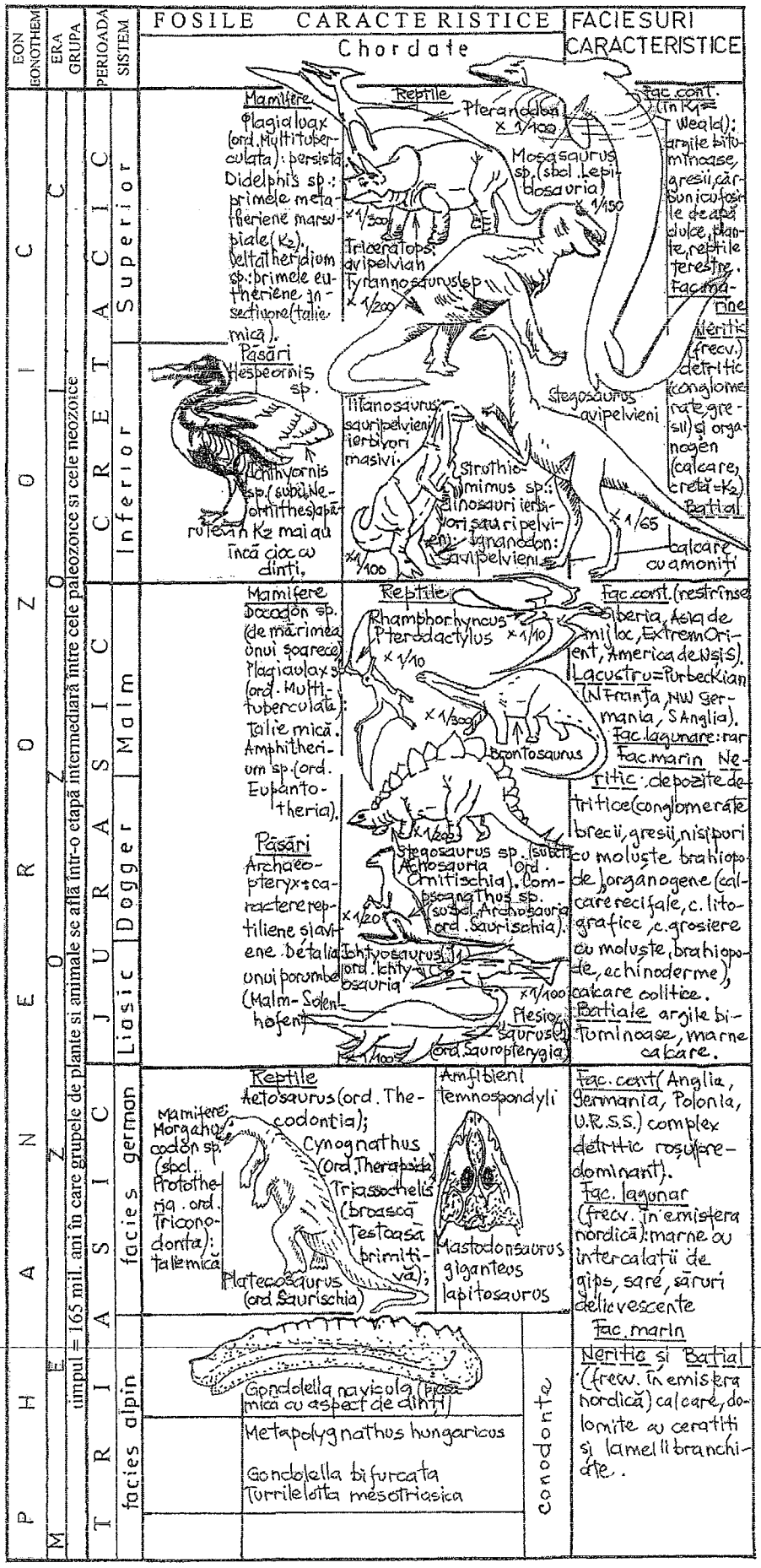
EON EONOTHEM	ERA GRUPA	PERIOADA (timp) SISTEM (spaţiu) Definiţie; Delimitare		CARACTERE PALEONTOLOGICE	VÎRSTA (timp) ETAJ (spaţiu)		FOSILE CARACTERISTICE
PHANEROZOIC	MEZOZOIC	lim. sup. deasupra stratelor cu ultimii amoniţi, belemniţi, pachiodonte reptile gigantice urmate de o retragere generală a mărilor **CRETACIC** (sistem denumit după unul din faciesurile cele mai răspîndite în această perioadă şi anume cel epicontinental constituit din cretă; 76 M.A.) lim. inf. sub stratele cu amonoideul Berriasella	Superior	Flora cont.: în K1 = caracter mezofitic - Gimnosperme: nilssoniale (Nilssonia), cycadale (Cycas), ginkgoale (Ginkgo). în K2 = caracter neofitic Angiosperme: dicotiledonate, monocotiledonate (palmieri). Flora marină: alge calcaroase Fauna: Protozoare: foraminifere (explozie), ciliate (K1). Spongieri: calcaroşi, silicioşi (în creta) Celenterate: hexacoralieri coloniali (astreide, fungide, turbinolide) şi izolaţi. Brachiopode: terebratulide, rhynchonellide (în regres) Lamellibranchiate: frecv. pachiodonte. Gasteropode: slab reprezent. Neoamonoidee (sbord. Ammonitina, Lytoceratina, Phylloceratina): unele forme degenerescente sau diferenţiate după climă. Belemnoidee: frecvente Echinoderme: echinide exocicloe. Vertebrate: Peşti cartilaginoşi osoşi Reptile (importante); Păsări (adevărate); Mamifere (slab reprez.)	Senonian	Maestrichtian	Flora Myrica acuta Dryophyllum (castan) Credneria (platan) Populus Salix Magnolia (Sequoia heterophylla Eucalipus Taxodium aeinitzi Pinus) Aparpalmieri
						Campanian	
						Santonian	
						Coniacian	
						Turonian	
						Cenomanian	
			Inferior			Albian	
						Aptian	
						Barremian	
					Neocomian	Hauterivian	Cycadeoidea dakotensis Ginkgo Onychiopsis mantelli Matonidium Hausmannia (ferigi apogeu şi dispar (fine K1)
						Valanginian	
						Berriasian	
		lim. sup. sub stratele cu amonoideul Berriasella **JURASIC** (sistem denumit de la Munţii Jura constituiţi din depozite formate în această perioadă; 59 M.A) lim. inf. sub stratele cu amonitul Psiloceras planorbis şi începînd cu care are loc o schimbare a faunei de amonidee	Malm	Flora cont: Pteridophyte (subordonat) Gimnosperme: cycadale (Palaeocycas, Benhettitale (Williamsonia), nilssoniale (Nilssonia), ginkgoale, (Ginko, Baiera), coniferale (Abietite) Araucaria, Pinus) Flora marină: alge verzi (Salpingoporella); alge roşii (Solenopora) Fauna. Protozoare: foraminifere de talie mică; radiolari; infuzori (Calpionella alpina, Celiptica) Spongieri (foarte frecvenţi) Celenterate: hexacoralieri şi apar octocoralieri (Cancellophycus) Brachiopode: rhynchonellide, terebratulide şi ultimele spiriferide Lamellibranchiate: mare dezvoltare. Gasteropode: Nerinea, Pleurotomaria Cephalopode (cele mai importante): amonoidee (apogeu), belemnoidee cu rostrum mare şi phragmocon mic Echinoderme: crinoide, echinide Vertebrate: Peşti osoşi; Amfibieni (rar); Reptile (apogeu); Apar păsările; Mamifere.	Purbeckian	Clavator (acogon de Chara)
						Portlandian (Tithonic)	
						Kimmeridgian	
						Oxfordian	Brachyphyllum sp. conifer cu ramuri acoperite de frunze mici solzoase. Ptozamites (ord. Benhettitales)
			Dogger			Callovian	
						Bathonian	
						Bajocian	
						Aalenian	
			Liasic			Toarcian	Baiera longifolia (ord. Ginkgoale)
						Pliensbachian	Cayonia (cl. Pteridospermatophyta)
						Sinemurian	
						Hettangian	Williamsonia lewardiana
		lim. sup. deasupra stratelor cu ultimii ceratiţi sau sub cele cu amonitul Psiloceras planorbis; uneori discordanţă **TRIASIC** (în reg. germană unde sistemul a fost iniţial studiat s-au separat trei serii cu caractere litologice distincte; 30 M.A.) lim. inf.: deasupra stratelor cu brahiopodele Productus Spirifer sau sub cele cu ceratitul Otoceras woodwardi; uneori discordanţă.	facies mixt, regiunea germană	Flora cont. Pteridophyte în regres Gimnosperme (rol primordial): pteridosperme, cycadale, coniferale. Flora marină: alge calcaroase Fauna. Celenterate (apar Hexacoralierii) Brachiopode: în regres Lamellibranhiate (frecvente) Gasteropode (fără importanţă) Cephalopode (cele m. importante din p. de v. stratigrafic): ceratiţii şi apar belemniţii (Atractites, Aulacoceras) Arthropode: Phyllopode, Ostracode Echinoderme: crinoide Vertebrate: Peşti; Reptile (Theromorphe, Ichtyosaurieni, sauropterigieni, crocodilieni, chelonieni, dinosaurieni); în Rhetian apar mamiferele	Rhetian	
						Keuper (cont. lagunar cu interc. marine)	Equisetites arenaceum Pterophyllum jägeri (cl. cycadophyta)
						Muschelkalk (marin lagunar)	
						Buntsandstein cont. cu int. marine)	Voltzia heterophylla (cl. coniferales)
			facies marin, regiunea alpină			Rhetian	
						Norian	Gyroporella vesiculifera algă calc. cu tal cilindric şi ramuri măciucate
						Carnian	
						Ladinian	Diplopora annulata algă calcaroasă cu tal cilindric şi ramificaţii
						Anisian	
						Werfenian	

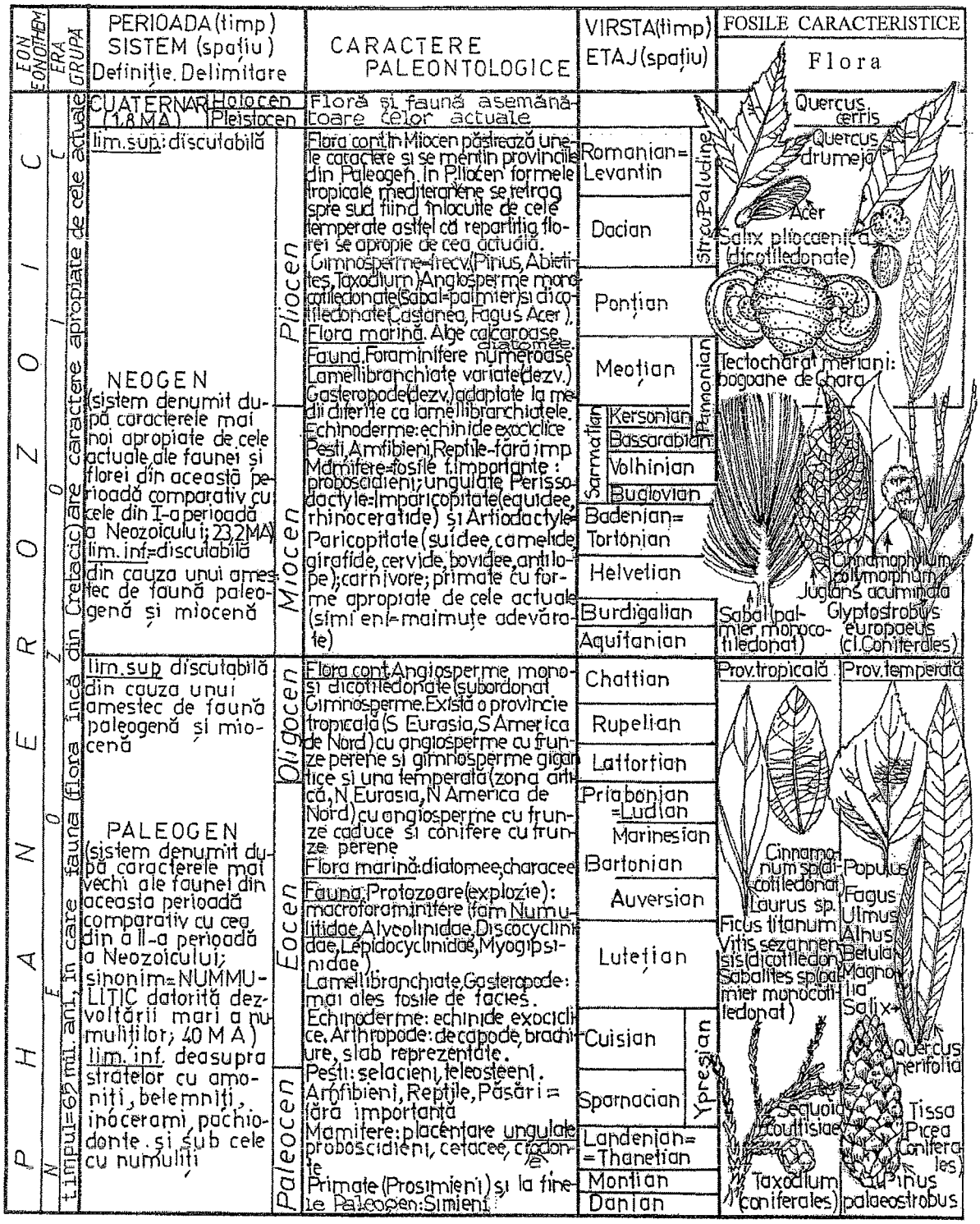
M timpul = 165 mil. ani în care grupele de plante şi animale se află într-o etapă intermediară între cele paleozoice şi cele neozoice

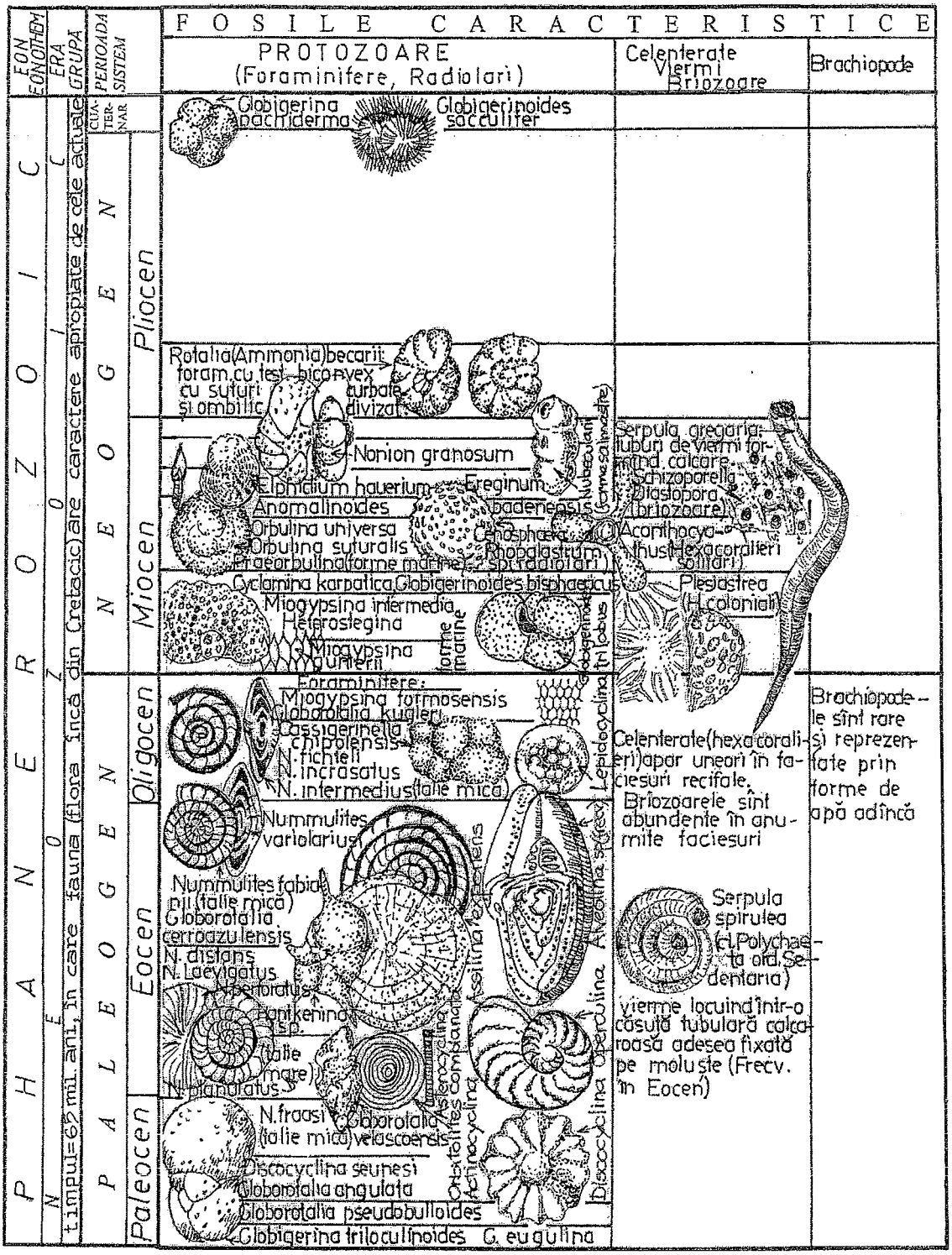

EON EONOTHEM
ERA GRUPA
PERIOADA SISTEM
FOSILE CARACTERISTICE
Protozoare Spongieri
Celenterate Viermi Briozoare
Brachiopode
PHANEROZOIC
PALEOZOIC
MEZOZOIC
CENOZOIC
timpul = 165 mil. ani în care grupele de plante și animale se află într-o etapă intermediară între cele paleozoice și cele neozoice
TRIASIC
JURASIC
CRETACIC
Superior
Inferior
Malm
Dogger
Liasic
facies german
facies alpin
Orbitoides media
G. mayaroensis
G. area
Siphonia tulipa (spongiar silic)
Globotruncana area
Globotruncana concavata
Predpobotruncana helvetica
Rotalipora cushmani
Orbitolina concava
Terebratulina gracilis
Cyclolites corbariensis: hexacoralier solitar cu asp. discoidal
Cosinopleura elegans (briozoar)
Rotalipora appenninica: foram. de talie mică cu loje ± clase trochospiral.
Orbitolina lenticularis: foraminifer de talie mare, test aglutinat.
Orbitolina conoidea
Calpionella elliptica
Tintinnopsella carpathica
Calpionella alpina
Phyllocoenia Latomeandra } hexacoralieri colonialiformi recifi izolați
Peregrinella peregrina (ord. Rhinchonellida)
Rhynchonella depressa
Thamnasteria Amphyastrea Stylinia
Isastrea Calamophyllia
cl. Anthozoare (Hexacoralieri coloniali)
Latimaeandria plicatum
Pygope diphya (ord. Terebratulida): comisura anterioară cu sinus adînc
Septaliphoria moravica (ord. Rhinchonellida)
Thaumatocrinus
Trocholina (foram.)
Emiluvia antiqua (radiolar)
Epistomina mosquensis
Crassicollaria intermedia (infuzori)
Montlivaultia
Anabacia orbulites (hexacoralieri solitari)
Cancellophycus (octocoralier colonial)
Rhynchonella varians
Lenticulina quenstedti: foraminifer (subord. Rotaliina) cu test liber, planspiral, carinat.
Zellieria digona (ord. Terebratulida)
Zellieria numismalis (ord. Terebratulida)
Spiriferina fumida (brah. articulat ord. Rhynchonellida)
Cidharina falax
Involutina liasica foram. subord. Rotaliina
Terebratula vulgaris
Celenterate cl. Anthozoare (Hexacoralieri)
Triassina hantkeni (foraminifer)
Montlivaultia norica
Isastrea
Thamnastraea rectilamellosa
Spiriferina mentzeli
Rhynchonella decurtata
Tetractinella trigonella
Persista stromatoporoidee paleozoice
Glomospira densa (foraminifer)

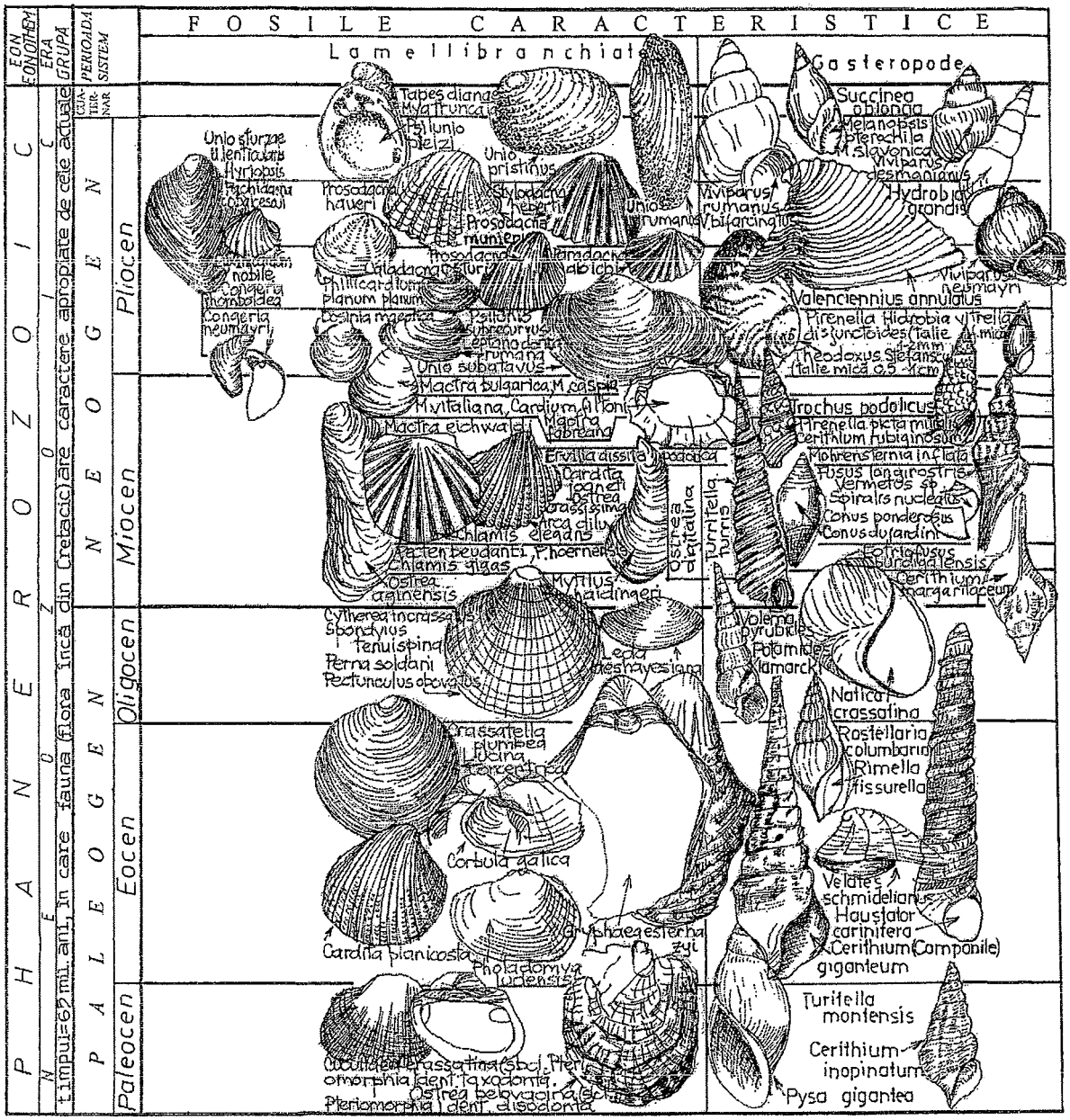

EON EONOTHEM
ERA GRUPA
PERIOADA SISTEM
FOSILE CARACTERISTICE
Lamellibranchiate
Gasteropode
PHANEROZOIC
MEZOZOIC
TRIASIC
JURASIC
CRETACIC
Superior
Inferior
Malm
Dogger
Liasic
facies german
facies alpin
timpul = 165 mil. ani în care grupele de plante şi animale se află într-o etapă intermediară între cele paleozoice şi cele neozoice
Ultimele pachiodonte
Hippurites: formă recifală cu valvă dreaptă şi stîngă operculară; dentiţie pachiodontă
Radiolites sauvagesi
Inoceramus Labiatus
Radiolites radiosus (pachiodont.)
facies de Gosau
Apar forme sifonostome
Actaeonella
Lamarcki (subcl. Opistobranchiata): cochilie mare, globuloasă, unghi apical mic, ultimul tur de spiră îmbrăţişător. Frecvenţă în facies recifal.
Nerinea nobilis, Actaeonella crassa, Glauconia strombiformis.
Exogyra sp.: valva dreaptă fixă, stîngă operculară; umbone răsucit
Caprina: valva dr. în formă de corn
Inoceramus sulcatus
facies Urgonia
Nerinea coquandi
Toucasia carinata
Requienia ammonia (caprotine)
Monopleura
Valletia
(forme fixe, dentiţie pachiodontă)
fac. Valdian (salmastru)
Unio sp.
Cyrena sp.
Viviparus fluviorum
Cyrena, Corbula (forme de fac. salmastru)
Diceras arietinum (subcl. Heterodonta; ord. Hippuritoida; fac. recifal)
Aucella mosquensis (subcl. Pteriomorphya); fac. boreal
Harpagodes oceani
Itieria cabanetiana
Nerinea sp.: cochilie turriculată, caracteristică faciesurilor recifale
Bositra buchi (Posidonia)
Chlamis vagans (subcl. Pteriomorphya)
Trigonia costata
Trigonia navis (subcl. Palaeoheterodonta)
Pleurotomaria (subcl. Prosobranchiata; ord. Archaeogastropoda) = apogeu; cochilie Tronchiformă cu fantă pleurotomariană şi carenă sinusară
Procerithium
Hima gigantea
Gryphaea arcuata (subcl. Pteriomorphya); valva stîngă convexă cu umbone răsucit; dr.: opercul
Rhaetavicula contorta
Costaloria goldfussi
Gervilleia socialis
Myophoria vulgaris
Costatoria (Myophoria) costatata (ord. Trigonioida)
Rhaetavicula contorta
Myophoria kefersteini
Cardita quembeli
Monotis salinaria
Halobia parischi
Daonella lommeli (ord. Pteriomorphia)
Costatoria costata
Claraia clarai
Worthenia solitaria (subcl. Prosobranchiata; fam. Pleurotomariidae)
Heritopsis
Turborectecostatus

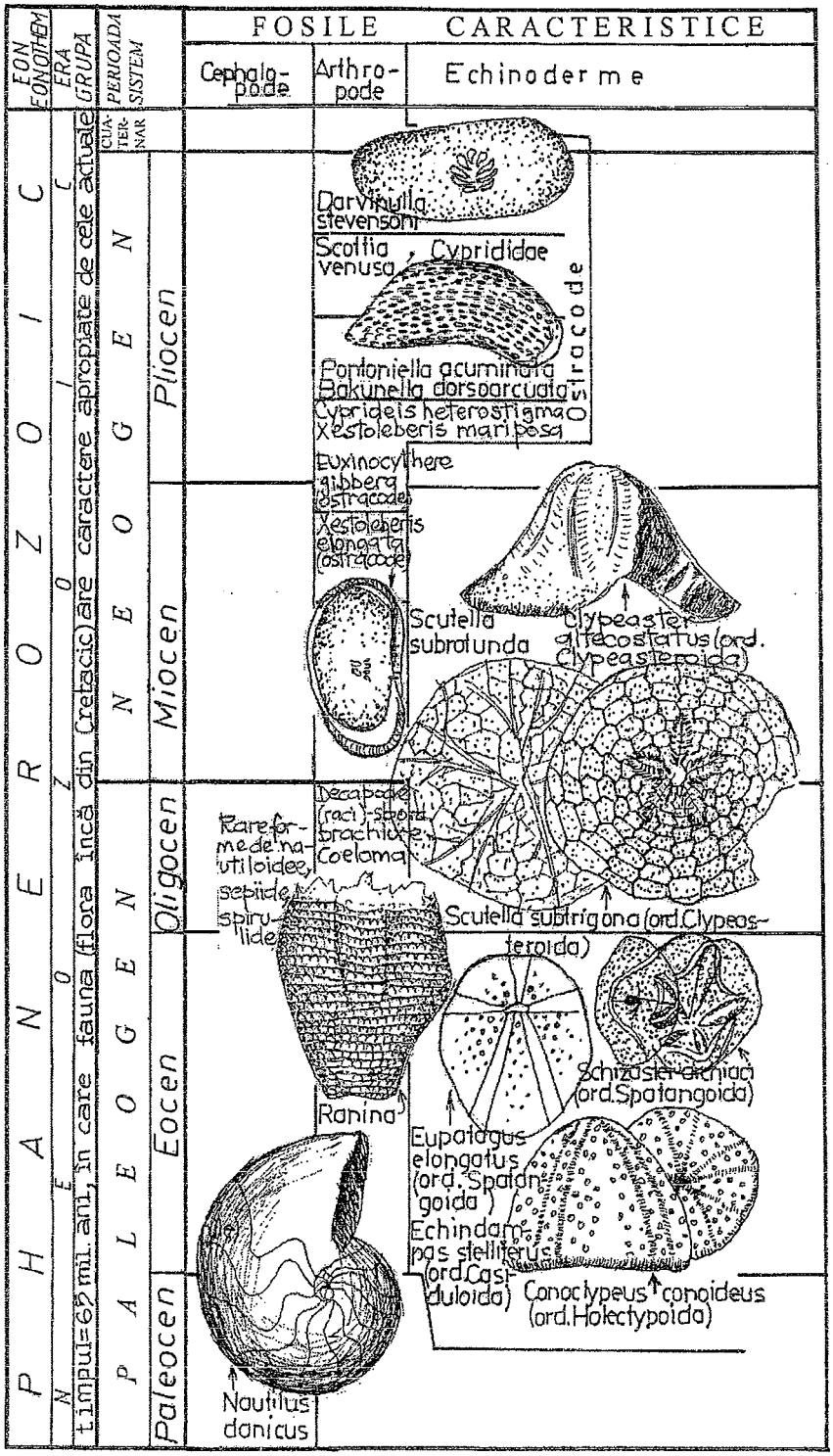

EON EONOTHEM
ERA GRUPA
PERIOADA SISTEM
FOSILE CARACTERISTICE
Cephalopode
Arthropode
Echinoderme
PHANEROZOIC
PALEOZOIC
MESOZOIC
CENOZOIC
timpul = 165 mil. ani în care grupele de plante și animale se află într-o etapă intermediară între cele paleozoice și cele neozoice
TRIASIC
JURASIC
CRETACIC
Superior
Inferior
Malm
Dogger
Liasic
facies german
facies alpin
Parapachydiscus neubergicus (amonit de talie mare ϕ>1m)
Baculites anceps (cochilie dreaptă)
Belemnitella mucronata
Texanites texanus
Tissotia tissoti
Scaphites geinitzi
Acanthoceras rothmagense
Hoplites dentatus
Dobyleiceras
Turrilites bergeri
Opella nisus
Deshayesites deshayesi
Nechibolites minimus (belemnit)
Macroscaphites
Crioceratites duvali
Neocomites neocomiensis
Berriasella boissieri
Neohibolites ultimus
Actinocamax granulatus
Au stadiul formelor actuale frecvente sînt decapodele (raci). Există toate
Echinocorys ovata (echinoid exociclic ord. holasteroida)
Micraster coranguinum
Micraster cortestudinarium
Echinoconus subconicus (echin. exociclic)
Crinoidele se mențin în regres (sînt frecv. în fac. de creță)
Toxaster retusus (echinid exociclic, ord. Spatangoida)
Oppelia litografica
Aspidoceras acanthicum
Perisphinctes plicatilis
Cylindroteuthis
Oppelia tenuilobata
Peltoceras bimamnatum
Macrocephalites macrocephalus
Oppelia (Clydoniceras) discus
Parkinsonia parkinsoni
Ludwigia murchisoni
Hildoceras bifrons
Amaltheus margaritatus
Arietites bucklandi
Psiloceras planorbis
Belemnites gigantheus
Hibolites hastatus
Belemnites paxillosus
Cyprideea (subcl. Ostracoda): crustacei de facies limnic.
Goniochirus, Aeger (subcl. Malacostraca, ord. Decapoda) = raci
Cidaris florigemma (echinoid endociclic globulos)
Saccocoma crinoid liber pelagic de talie mică)
Holectypus Collyrites: echinoide exociclice cu orificiul anal posterior-lateral, cel bucal anterior ventral.
Pentacrinus
Apiocrinus: crinoide fixate (frecv. în Dogger)
Ceratites nodosus Beneckeia buchi
Beneckeia tenuis (ord. Ammonitida subord. Ceratitina)
Estheria minuta (crustaceu cu cochilie, bivalvă, subțire)
Encrinus liliiformis crinoid articulat cu calici diciclic)
Choristoceras marshi
Cladiscites tornatus
Juvavites, Rhabdoceras
Tropites subbulatus
Trachyceras aonis
Arcestes, Romanites
Monophyllites sphaerophyllus
Protrachyceras archelaus
Paraceratites trinodosus, Beneckeia, Balatonites
Ptychites
Ceratites woodwardi
Tirolites cassianus
Badiocrinus gracilis (crinoid)

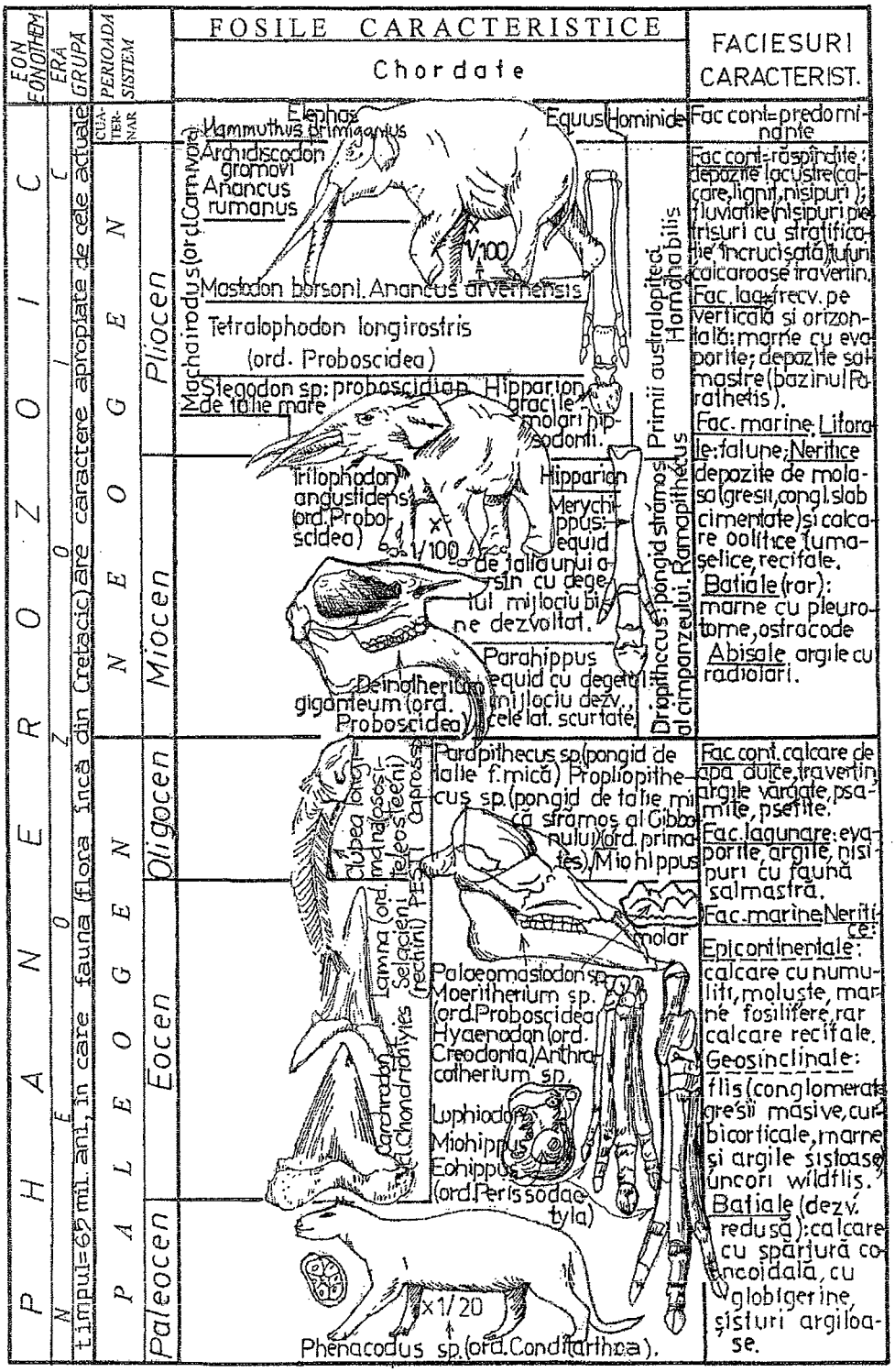

EON EONOTHEM
ERA GRUPA
PERIOADA SISTEM
FOSILE CARACTERISTICE
FACIESURI CARACTERISTICE
Chordate
PHANEROZOIC
MEZOZOIC
timpul = 165 mil. ani în care grupele de plante si animale se află într-o etapă intermediară între cele paleozoice si cele neozoice
CRETACIC
Superior
Inferior
JURASIC
Malm
Dogger
Liasic
TRIASIC
facies german
facies alpin
Mamifere
Plagiaulax (ord. Multituberculata): persistă.
Didelphis sp.: primele metatheriene marsupiale (K2).
Peltatheridium sp: primele eutheriene insectivore (talie mică).
Reptile
Pterandodon x 1/100
Mosasaurus sp. (subcl. Lepidosauria) x 1/150
Triceratops: avipelvian
Tyrannosaurus sp. x 1/200
Fac. cont. (în K1= Wealdi): argile bituminoase, gresii, cărbuni cu fosile de apă dulce, plante, reptile terestre.
Fac. marin Neritic (frecv.) detritic (conglomerate, gresii) şi organogen (calcare, creta=K2) Batial
Pasări Hesperornis sp.
Ichthyornis sp. (subcl. Neornitheslapă roşie în K2 mai au încă ciocu cu dinti.
Titanosaurus: saurupelvieni ierbivori masivi.
Struthiomimus sp.: dinosauri ierbivori sauri pelvieni; Iguanodon: saurpelvieni
Stegosaurus avipelvieni
x 1/65
calcare cu amoniti
Mamifere
Docodon sp. (de mărimea unui şoarece)
Plagiaulax s (ord. Multituberculata): Talie mică.
Amphitherium sp. (ord. Eupantotheria).
Pasări
Archaeopteryx: caractere reptiliene şi avian
Reptile
Rhamphorhynchus Pterodactylus x 1/10
Brontosaurus x 1/300
Stegosaurus sp. (subcl. Archosauria Ord. Ornitischia).
Compsognathus sp. (subcl. Archosauria ord. Saurischia).
Ichtyosaurus (ord. Ichtyosauria)
Plesiosaurus (ord. Sauropterygia)
Fac. cont. (restrînse Siberia, Asia de mijloc, Extremorient, America de N si S).
Lacustru=Purbeckian (N Franţa, NW Germania, S Anglia).
Fac. lagunare: rar
Fac. marin Neritic: depozite detritice (conglomerate, brecii, gresii, nisipuri cu moluşte brahiopode şi organogene (calcare recifale, c. litografice, c. grosiere cu moluşte, brahiopode, echinoderme), calcare oolitice.
Batiale argile bituminoase, marne calcare.
Reptile
Aetosaurus (ord. Thecodontia);
Cynognathus (ord. Therapsida)
Trijassochelis (broască Testoasă primitivă);
Plateosaurus (ord. Saurischia)
Mamifere: Morganucodon sp. (subcl. Prototheria. ord. Triconodonta): talie mică
Amfibieni Temnospondyli
Mastodonsaurus giganteos lapitosaurus
Fac. cont. (Anglia, Germania, Polonia, U.R.S.S.) complex detritic roşu (dominant).
Fac. lagunar (frecv. în emisfera nordică): marne cu intercalaţii de gips, sare, săruri delicvescente
Fac. marin
Neritic şi Batial (frecv. în emisfera nordică) calcare, dolomite cu ceratiti şi lamelibranchiate.
Gondolella navicula (fosilă mică cu aspect de dinţi)
Metapolygnathus hungaricus
Gondolella bifurcata
Turrilelitta mesotriasica
conodonte


EON EONOTHEM
ERA GRUPA
PERIOADA (timp) SISTEM (spațiu) Definiție. Delimitare
CARACTERE PALEONTOLOGICE
VIRSTA (timp) ETAJ (spațiu)
FOSILE CARACTERISTICE
Flora
PHANEROZOIC
CUATERNAR Holocen Pleistocen (1,8 MA)
Floră și faună asemănătoare celor actuale
NEOGEN
(sistem denumit după caracterele mai noi apropiate de cele actuale ale faunei și florei din această perioadă comparativ cu cele din I-a perioadă a Neozoicului; 23,2 MA)
lim. sup: discutabilă
lim. inf=discutabilă din cauza unui amestec de faună paleogenă și miocenă
Pliocen
Miocen
Romanian= Levantin
Dacian
Ponțian
Meoțian
Sarmatian
Kersonian
Bassarabian
Volhinian
Buglovian
Badenian= Tortonian
Helvetian
Burdigalian
Aquitanian
Stratul Paludina
Pannonian
Flora conț. în Miocen păstrează unele caractere și se menține provinciile din Paleogen. În Pliocen formele tropicale mediteraniene se retrag spre sud fiind înlocuite de cele temperate astfel că repartiția florei se apropie de cea actuală.
Gimnosperme-frecv. (Pinus, Abietites, Taxodium) Angiosperme monocotiledonate (Sabal=palmier) și dicotiledonate (Castanea, Fagus, Acer).
Flora marină. Alge calcaroase, diatomee.
Faună. Foraminifere numeroase
Lamellibranchiate variate (dezv.)
Gasteropode (dezv.) adaptate la medii diferite ca lamellibranchiatele.
Echinoderme: echinide exocicline
Pești, Amfibieni, Reptile-fără imp.
Mamifere-fosile f. importante: proboscidieni; ungulate Perissodactyle=Imparicopitate (equidee, rhinocerotide) și Artiodactyle-Paricopitate (suidee, camelide, girafide, cervide, bovidee, antilope); carnivore; primate cu forme apropiate de cele actuale (simieni=maimuțe adevărate)
Quercus cerris
Quercus drumeja
Acer
Salix pliocaenica (dicotiledonate)
Tectochara meriani: pogoane de Chara
Cinnamophyllum polymorphum
Juglans acuminata
Glyptostrobus europaeus (cl. Coniferales)
Sabal (palmier, monocotiledonat)
PALEOGEN
(sistem denumit după caracterele mai vechi ale faunei din această perioadă comparativ cu cea din a II-a perioadă a Neozoicului; sinonim=NUMMULITIC datorită dezvoltării mari a numuliților; 40 MA)
lim. sup discutabilă din cauza unui amestec de faună paleogenă și miocenă
lim. inf. deasupra stratelor cu amoniți, belemniți, inocerami, pachiodonte și sub cele cu numuliți
Oligocen
Eocen
Paleocen
Chattian
Rupelian
Lattorfian
Priabonian =Ludian
Marinesian
Bartonian
Auversian
Lutețian
Cuisian
Sparnacian
Landenian= =Thanetian
Montian
Danian
Ypresian
Flora cont. Angiosperme monoși dicotiledonate (subordonat). Gimnosperme. Există o provincie tropicală (S Eurasia, S America de Nord) cu angiosperme cu frunze perene și gimnosperme gigantice și una temperată (zona arctică, N Eurasia, N America de Nord) cu angiosperme cu frunze caduce și conifere cu frunze perene
Flora marină: diatomee, characee
Faună: Protozoare (explozie): macroforaminifere (fam. Nummulitidae, Alveolinidae, Discocyclinidae, Lepidocyclinidae, Myogipsinidae)
Lamellibranchiate, Gasteropode: mai ales fosile de facies.
Echinoderme: echinide exocicline. Arthropode: decapode, brachiure, slab reprezentate.
Pești: selacieni, teleosteeni.
Amfibieni, Reptile, Păsări = fără importanță
Mamifere: placentare ungulate proboscidieni, cetacee, ciodonte
Primate (Prosimieni) și la finele Paleogen: Simieni
Prov. tropicală
Prov. temperată
Cinnamomum spatulatum
Laurus sp.
Ficus titanum
Vitis sezannensis (dicotiledon)
Sabalites sp. (palmier monocotiledonat)
Sequoia couttsiae
Taxodium (coniferales)
Populus
Fagus
Ulmus
Alnus
Betula
Magnolia
Salix
Quercus cerrifolia
Tsuga
Picea
Coniferales
Pinus palaeostrobus
t. imput=65 mil. ani, în care fauna (flora încă din Cretacic) are caractere apropiate de cele actuale
N
Z
O
I
O
E

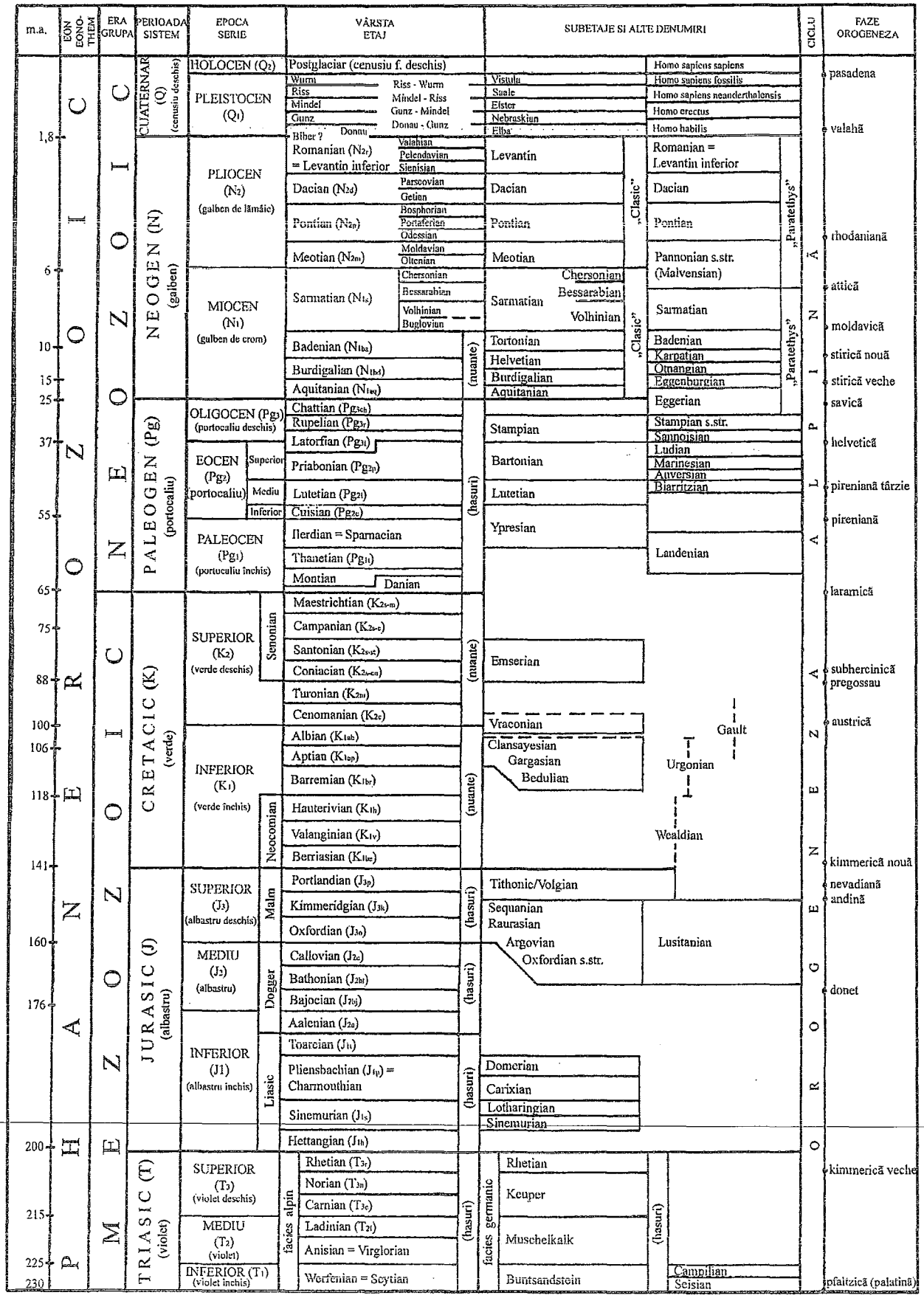

FOSILE CARACTERISTICE
PROTOZOARE (Foraminifere, Radiolari)
Celenterate Viermi Briozoare
Brachiopode
EON EONOTHEM
ERA GRUPA
PERIOADA SISTEM
PHANEROZOIC
timpul=65 mil. ani, în care fauna (flora încă din Cretacic) are caractere apropiate de cele actuale
CUATERNAR
NEOGEN
Pliocen
Miocen
PALEOGEN
Oligocen
Eocen
Paleocen
Globigerina pachiderma
Globigerinoides sacculifer
Rotalia(Aminonia)beccarii; foram.cu test bicarenat cu suturi turbate şi ombilic divizat
Nonion granosum
Elphidium haueriumEreginum badenensis
Anomalinoides
Orbulina universa
Orbulina suturalis
Praeorbulina(forme marine)
Cyclamina karpatica Globigerinoides bisphaericus
Miogypsina intermedia
Heterostegina
Miogypsina gunteri
Foraminifere:
Miogypsina formosensis
Globorotalia kugleri
Cassigerinella chipolensis
N. fichteli
N. incrasatus
N. intermedius(talie mică)
Nummulites variolarius
Nummulites fabiani (talie mică)
Globorotalia cerroazulensis
N. distans
N. Laevigatus
N. perforatus
Pantkenina sp.
(talie mare)
N. planulatus
N. fraasi
Globorotalia (talie mică) velascoensis
Discocyclina seunesi
Globorotalia angulata
Globorotalia pseudobulloides
Globigerina triloculinoides G. eugulina
Serpula gregaria: tuburi de viermi formînd calcare
Schizoporella
Diastopora (briozoare)
Acanthocyathus (hexacoralieri solitari)
Plesiastrea (H.coloniali)
Celenterate(hexacoralieri)apar uneori în faciesuri recifale. Briozoarele sînt abundente în anumite faciesuri
Serpula spirulea (cl.Polychaeta ord.Sedentaria)
viermi locuind într-o căsuţă tubulară calcaroasă adesea fixată pe moluşte (Frecv. în Eocen)
Brachiopodele sînt rare şi reprezentate prin forme de apă adîncă

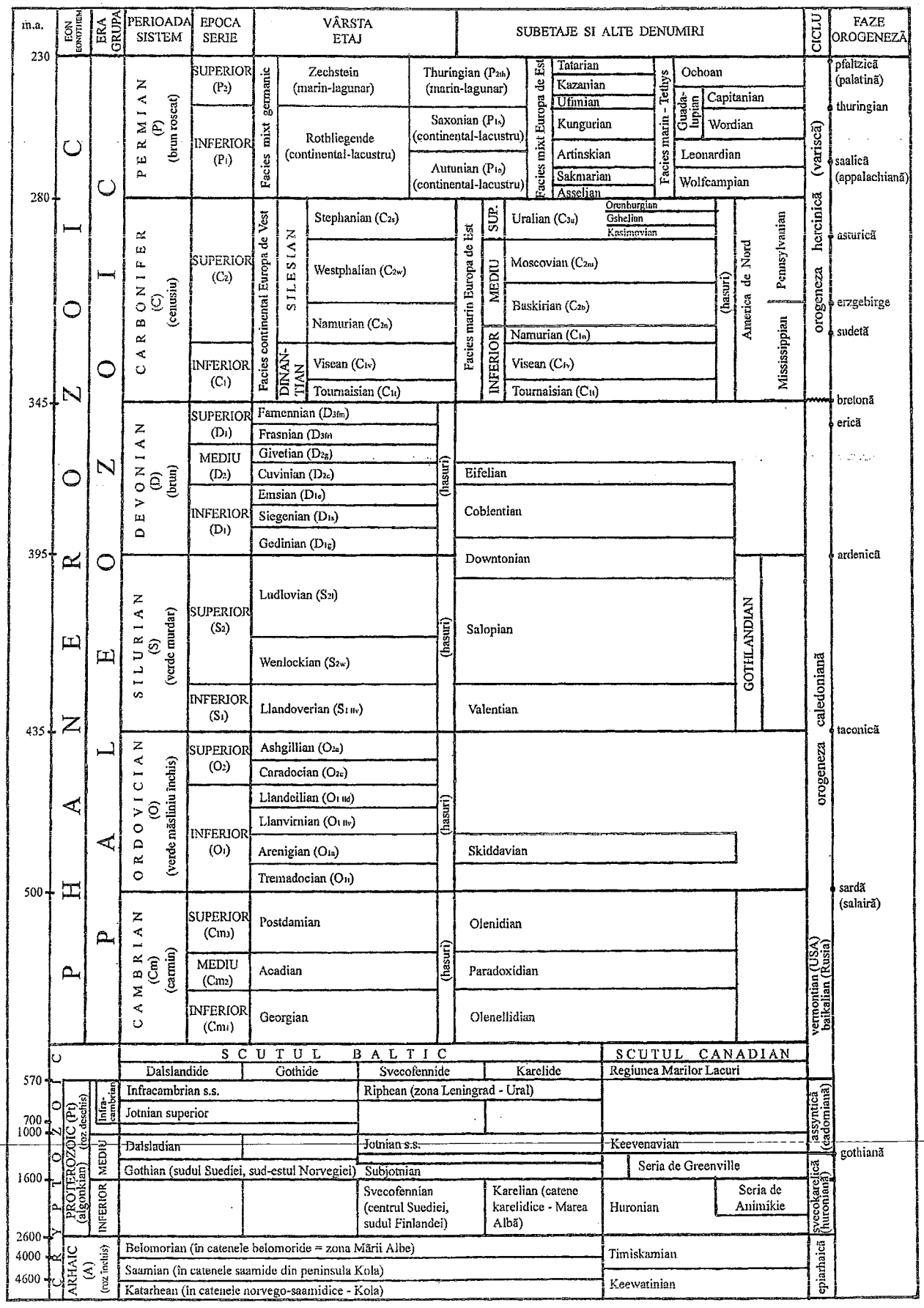

FOSILE CARACTERISTICE
Lamellibranchiate
Gasteropode
Tapes diana
Mya Trunca
Unio pristinus
Succinea oblonga
Melanopsis pterochila
M. slavonica
Viviparus desmanianus
Hydrobia grandis
Unio sturzae
Unio flabellatus
Pachidacna cobalcescui
Prosodacna haueri
Stylodacna heberti
Prosodacna munieri
Unio rumanus
Viviparus rumanus
V. bifarinatus
Congeria nobile
Congeria rhomboidea
Congeria neumayri
Congeria maestica
Unio subatavus
Viviparus neumayri
Valenciennius annulatus
Pirenella Hidrobia vitrella
Theodoxus stefanescui
Mactra bulgarica, M. caspia
Mactra fabreana
Trochus podolicus
Pirenella picta mutica
Cerithium rubiginosum
Mohrensternia inflata
Fusus longirostris
Vermetus sp.
Spirialis nucleolus
Conus ponderosus
Conus dujardini
Cerithium margaritaceum
Mytilus haidingeri
Cytherea incrassata
Spondylus tenuispina
Pecten beudanti, P. haueri
Chlamis elegans
Ostrea aginensis
Ostrea crassissima
Ostrea digitalina
Turritella turris
Volema pyruchites
Potamides lamarcki
Natica crassatina
Pinna soldani
Pecturculus obovatus
Leda deshayesiana
Crassatella plumbea
Lucina tarcentina
Rostellaria columbaria
Rimella fissurella
Corbula gallica
Velates schmidelianus
Haustator carinifera
Cerithium (Campanile) giganteum
Cardita planicosta
Pholadomya ludensis
Cyrena semistriata
Turritella montensis
Cerithium inopinatum
Pysa gigantea
Ostrea bellovacina
Pteriomorphia
Pliocen
Miocen
Oligocen
Eocen
Paleocen
NEOZOIC
PALEOGEN
CUATERNAR
ERA
PERIOADA
SISTEM
EON
EONOTHEM
GRUPA
timpul=62 mil. ani, în care fauna (flora încă din Cretaciciare are caractere apropiate de cele actuale


FOSILE CARACTERISTICE
Cephalo-pode
Arthro-pode
Echinoderme
FANEROZOIC
PALEOGEN
NEOGEN
Paleocen
Eocen
Oligocen
Miocen
Pliocen
Darwinula stevensoni
Scottia venusa, Cypridida
Ostracode
Pontoniella acuminata
Bakunella dorsoarcuata
Cyprideis heterostigma
Xestoleberis mariposa
Euxinocythere gibberg ostracode
Xestoleberis elongata (ostracode)
Scutella subrotunda
Clypeaster altecostatus (ord. Clypeasteroida)
Decapode (raci)-sbeira brachiure
Coeloma
Rare forme de nautiloidee, sepiide, spirulide
Scutella subtrigona (ord. Clypeasteroida)
Schizaster dichiad (ord. Spatangoida)
Ranina
Eupatagus elongatus (ord. Spatangoida)
Echinodermas stelliferus (ord. Cassiduloida)
Conoclypeus conoideus (ord. Holectypoida)
Nautilus danicus

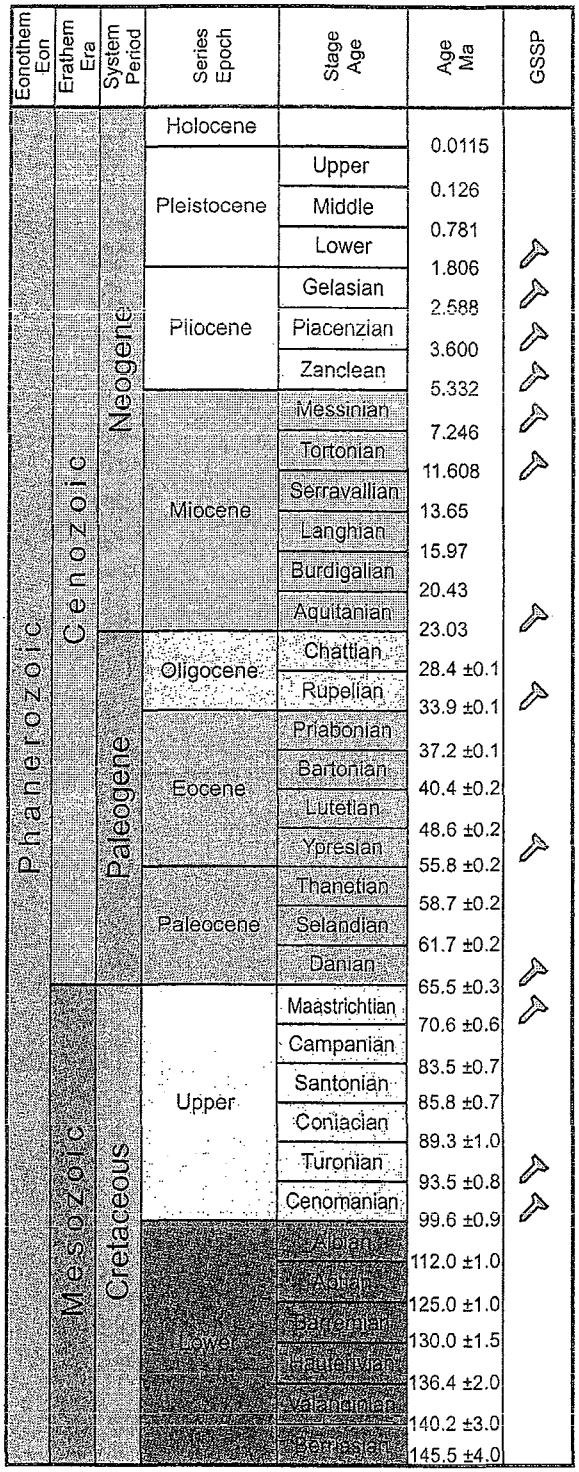

EON EONOTHEM
ERA GRUPA
PERIOADA SISTEM
FOSILE CARACTERISTICE
Chordate
FACIESURI CARACTERIST.
FANEROZOIC
PALEOGEN
NEOGEN
Paleocen
Eocen
Oligocen
Miocen
Pliocen
CUATERNAR
Elephas
Equus
Hominide
Fac cont=predominante
Mammuthus primigenius
Archidiscodon gromovi
Anancus rumanus
Mastodon borsoni, Anancus arvernensis
Tetralophodon longirostris
(ord. Proboscidea)
Stegodon sp: proboscidian de talie mare
Hipparion gracile: molari hipsodonti.
Primii australopiteci
Homo habilis
Triplophodon angustidens (ord. Proboscidea)
Hipparion Merychippus: equid de talia unui asin cu degetul mijlociu bine dezvoltat.
Dryopithecus: pongid strămoș al cimpanzeului. Ramapithecus
Deinotherium giganteum (ord. Proboscidea)
Parahippus equid cu degetul mijlociu dezv., celelalte scurtate.
Parapithecus sp (pongid de talie f. mică) Propliopithecus sp (pongid de talie mică strămoș al Gibbonului) (ord. primates), Miohippus
molar
Palaeomastodon sp. Moeritherium sp. (ord. Proboscidea) Hyaenodon (ord. Creodonta) Anthracotherium sp.
Lophiodon
Miohippus
Eohippus (ord. Perissodactyla)
Phenacodus sp. (ord. Condylarthra).
Fac. cont.=răspândite: depozite lacustre (calcare, lignit, nisipuri); fluviatile (nisipuri, pietrișuri cu stratificație încrucișată), tufuri calcaroase travertin.
Fac. lag.=frecv. pe verticală și orizontală: marne cu evaporite; depozite salmastre (bazinul Paratethis).
Fac. marine: Litorale: faluneș; Neritice depozite de mol. sal (gresii, congl. slab cimentate) și calcare oolitice (umașelice, recifale.
Batiale (rar): marne cu pleurotome, ostracode
Abisale argile cu radiolari.
Fac. cont. calcare de apă dulce, travertin, argile vărgate, psamite, psefite.
Fac. lagunare: evaporite, argile, nisipuri cu faună salmastră.
Fac. marine Neritice:
Epicontinentale: calcare cu numuliți, moluște, marne fosilifere, rar calcare recifale.
Geosinclinale: flis (conglomerate, gresii masive, curbicorticale, marne și argile șistoase, uneori wildflis.
Batiale (dezv. redusă): calcare cu spărtură concoidală, cu globigerine, șisturi argiloase.
timpul = 65 mil. ani, în care fauna (flora încă din Cretacic) are caracter apropiat de cele actuale
N E O Z O I C
P A L E O G E N
N E O G E N
Clupea longi
Indialosoma
Teleosteeni
Caprosa
PEȘTI
Lamna (ord. Selacieni)
Carcharodon
Chondrichthyes (rechini)

Anexa 1 – Scara geocronologică

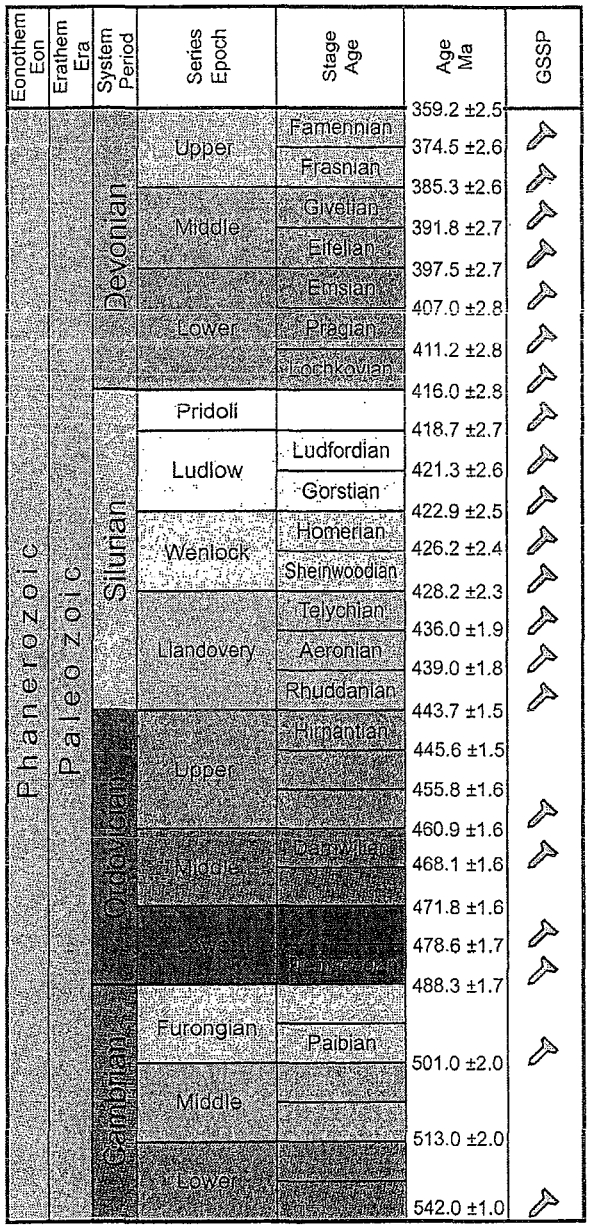


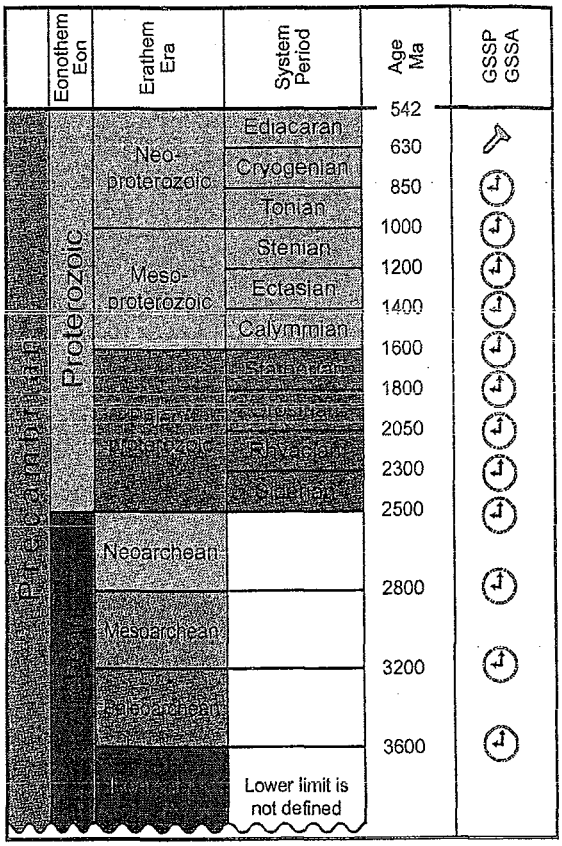

m.a.
EON ERATEM
ERA GRUPA
PERIOADA SISTEM
EPOCA SERIE
VÂRSTA ETAJ
SUBETAJE SI ALTE DENUMIRI
CICLU
FAZE OROGENEZĂ
PERMIAN (P) (brun roscat)
SUPERIOR (P2)
INFERIOR (P1)
Facies mixt germanic
Zechstein (marin-lagunar)
Rothliegende (continental-lacustru)
Thuringian (P2th) (marin-lagunar)
Saxonian (P1s) (continental-lacustru)
Autunian (P1a) (continental-lacustru)
Facies mixt Europa de Est
Tatarian
Kazanian
Ufimian
Kungurian
Artinskian
Sakmarian
Asselian
Facies marin - Tethys
Ochoan
Guada-lupian
Capitanian
Wordian
Leonardian
Wolfcampian
(varisca)
pfalzică (palatină)
thuringian
saalică (appalachiană)
CARBONIFER (C) (cenusiu)
SUPERIOR (C2)
INFERIOR (C1)
Facies continental Europa de Vest
SILESIAN
DINANTIAN
Stephanian (C2s)
Westphalian (C2w)
Namurian (C2n)
Visean (C1v)
Tournaisian (C1t)
Facies marin Europa de Est
SUP.
MEDIU
INFERIOR
Uralian (C3u)
Orenburgian
Gshelian
Kasimovian
Moscovian (C2m)
Baskirian (C2b)
Namurian (C1n)
Visean (C1v)
Tournaisian (C1t)
(hasuri)
America de Nord
Pennsylvanian
Mississippian
orogeneza hercinică
asturică
erzgebirge
sudetă
bretonă
DEVONIAN (D) (brun)
SUPERIOR (D1)
MEDIU (D2)
INFERIOR (D1)
Famennian (D3fm)
Frasnian (D3fr)
Givetian (D2g)
Cuvinian (D2c)
Emsian (D1e)
Siegenian (D1s)
Gedinian (D1g)
(hasuri)
Eifelian
Coblentian
erică
SILURIAN (S) (verde murdar)
SUPERIOR (S2)
INFERIOR (S1)
Ludlovian (S2l)
Wenlockian (S2w)
Llandoverian (S1 llv)
Downtonian
Salopian
Valentian
GOTHLANDIAN
ardenică
orogeneza caledoniană
ORDOVICIAN (O) (verde măsliniu închis)
SUPERIOR (O2)
INFERIOR (O1)
Ashgillian (O2a)
Caradocian (O2c)
Llandeilian (O1 lld)
Llanvirnian (O1 llv)
Arenigian (O1a)
Tremadocian (O1t)
Skiddavian
taconică
CAMBRIAN (Cm) (carmin)
SUPERIOR (Cm3)
MEDIU (Cm2)
INFERIOR (Cm1)
Postdamian
Acadian
Georgian
Olenidian
Paradoxidian
Olenellidian
vermontian (USA) baikalian (Rusia)
sardă (salairă)
SCUTUL BALTIC
Dalslandide
Gothide
Svecofennide
Karelide
SCUTUL CANADIAN
Regiunea Marilor Lacuri
PROTEROZOIC (Pt) (roz deschis)
Infra-cambrian
Infracambrian s.s.
Jotnian superior
Riphean (zona Leningrad - Ural)
assyntică (cadomiană)
MEDIU
Dalsladian
Gothian (sudul Suediei, sud-estul Norvegiei)
Jotnian s.s.
Subjotnian
Keevenavian
Seria de Greenville
gothiană
INFERIOR
Svecofennian (centrul Suediei, sudul Finlandei)
Karelian (catene karelidice - Marea Albă)
Huronian
Seria de Animikie
svecokarelică (huroniană)
ARHAIC (A) (roz închis)
Belomorian (în catenele belomoride = zona Mării Albe)
Saamian (în catenele saamide din peninsula Kola)
Katarhean (în catenele norvego-saamidice - Kola)
Timiskamian
Keewatinian
epiarhaică
230
280
345
395
435
500
570
700
1000
1600
2600
4000
4600
PHANEROZOIC
PROTEROZOIC
ARHAIC

Anexa 2 – Scara geocronologică (International Commission of Stratigraphy, 2004)



Anexa 2 (continuare)





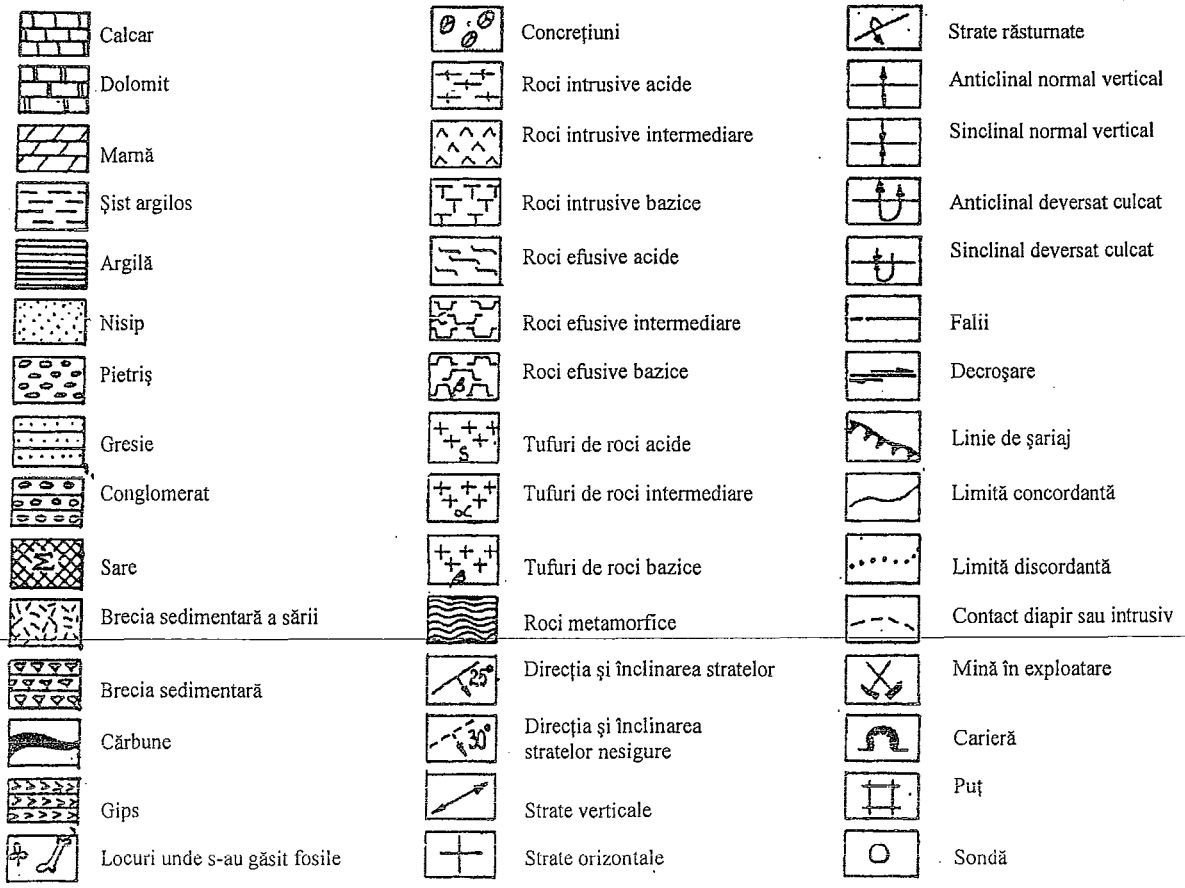
Anexa 3. Culorile şi simbolurile pentru rocile magmatice

Grupele de roci				Denumirea rocilor	Culoare	Simbol
Calcoalcaline	Roci efusive	Neovulcanice	Acide	Riolit	Ocru închis	ρ
				Dacit	Vermillon	θ
			Intermediare	Trahit	Ocru închis cu haşuri verticale	τ
				Andezit	Cinabru (Zinober)	α
			Bazice	Bazalt, Dolerit	Cafeniu închis	β
			Ultrabazice	Limburgit		L
		Paleovulcanice	Intermediare	Porfir	Portocaliu	π
				Porfirit	Verde închis	π
			Bazice	Melafir, Diabaz	Verde închis cu haşuri verticale	μ
	Roci filoniene		Diferenţiate acide	Aplit	Roşu punctat	A
				Pegmatit		P
			Diferenţiate bazice	Lamprofire	Brun punctat	λ
	Roci intrusive		Acide	Granit	Roşu carmin	χ
				Granodiorit	Violet roşcat	γ δ
			Intermediare	Sienit	Roşu albăstrui	σ γ
				Diorit	Violet albăstrui	δ
			Bazice	Gabbro	Violet albăstrui cu haşuri verticale	ω
			Ultrabazice	Peridotit	Violet albăstrui cu haşuri oblice	π

Anexa 4. Culorile şi simbolurile pentru rocile metamorfice

Faciesul	Culoare	Simbol
Filite	Oliv slab	f
Şisturi cloritoase	Roz - gălbui deschis	s.cl.
Paragnaise	Galben de crom deschis	pg.
Gnaise mixte	Roz - gălbui închis	gm
Gnaise granitoide	Roşu carmin cu liniuţe şi puncte	gg
Calcare cristaline	Albastru cobalt	cc
Amfibolite	Verde viridian	a
Serpentine	Violet închis cu haşuri orizontale	s

Anexa 5. Semne convenţionale



BIBLIOGRAFIE

Allen J.R.L., 1984, *Sedimentary structures*, Elsevier, Amsterdam.

Anastasiu N., 1977, *Minerale şi roci sedimentare*, Editura Tehnică, Bucureşti.

Anastasiu N., 1986, *Procese petrogenetice sedimentare*, Tipografia Universităţii Bucureşti.

Anastasiu N., 1998, *Sedimentologie şi petrologie sedimentară*, Editura Universităţii Bucureşti.

Anastasiu N., Jipa D., 1983, *Texturi şi structuri sedimentare*, Editura Tehnică, Bucureşti.

Batistatu M.V., 2000, *Analiza cantitativă a bazinelor sedimentare*, Editura Universităţii din Ploieşti.

Băncilă I., 1958, *Geologia Carpaţilor Orientali*, Editura Ştiinţifică, Bucureşti.

Beca C., Vîsoţki I., 1968, *Geologia zăcămintelor de petrol şi gaze*, Editura Tehnică, Bucureşti.

Beca C., Prodan D., 1983, *Geologia zăcămintelor de hidrocarburi*, Editura Didactică şi Pedagogică, Bucureşti.

Crihan Ileana-Monica, 2002, *Micropaleontologie*, îndrumător de lucrări practice, Editura Universităţii din Ploieşti.

Damian R., 2001, *Geologie generală*, Editura Universităţii din Bucureşti.

Dragomir B.P., 2002, *Geologie fizică*, Editura Universităţii din Bucureşti.

Dragoş V., 1970, *Cercetări geologice în regiunea dintre valea Buzăului şi valea Sărăţelu – Berca*, Teză doctorat, I.P.G.G., Bucureşti.

Dragoş V., 1982, *Geologie generală şi stratigrafică*, Editura Didactică şi Pedagogică, Bucureşti.

Dumitrescu I., 1962, *Curs de geologie structurală cu principii de geotectonică şi cartare geologică*, Editura Didactică şi Pedagogică, Bucureşti.

Fairbridge V.Rh., Bourgeois Joanne, 1978, *The Encyclopedia of Sedimentology*, 861 p., Dowden, Hutchinson & Ross Inc., Straoudsburg, Pennsylvania.

Frunzescu D., 1985, *Geologie generală şi stratigrafică*, îndrumător de lucrări practice, 260 p., 583 fig., 87 tabele, 8 planşe, I.P.G., Ploieşti.

Frunzescu D., 1998, *Studiul stratigrafic şi sedimentologic al evaporitelor miocene dintre valea Buzăului şi valea Teleajenului*, Teza de doctorat, Universitatea Bucureşti.

Frunzescu D., 2000, *Noţiuni de sedimentologie*, 332 pag., Editura Premier, Ploieşti.

Frunzescu D., 2002, *Geologie generală şi stratigrafică*, curs I.D., 356 p., 198 fig., 17 planşe, Editura Universităţii din Ploieşti.

Frunzescu D., Brănoiu Gh., 2002, *Geologie generală aplicată în foraj-extracţie*, 220 p., 273 fig., Editura Universităţii din Ploieşti.

Frunzescu D., Brănoiu Gh., 2003, *Geologie de zăcământ*, vol. 1 şi 2, 272 + 206 p., Editura Universităţii din Ploieşti.

Frunzescu D., Brănoiu Gh., 2004, *Monografia geologică a bazinului râului Buzău*, 458 p., Editura Universităţii din Ploieşti.

Grasu C., 1997, *Geologie structurală*, Editura Tehnică, Bucureşti.

Hanganu N.E., Manoliu E., Grigorescu D., Dragomir B.P., 1982, *Paleontologie*, Lucrări practice, Centrul de multiplicare Universitatea Bucureşti.

Hanganu N.E., Suraru N., Grigorescu D., 1983, *Paleontologie*, Editura Didactică şi Pedagogică, Bucureşti.

Ionescu M., Frunzescu D., 1985, *Petrografie*, îndrumător de laborator, 174 p., 40 fig., I.P.G., Ploieşti.

Ionescu M., Georgescu O., 1993, *Mineralogie şi petrologie, vol. II – Petrologie*, Editura U.P.G., Ploieşti.

Lăzărescu V., 1980, *Geologie fizică*, Editura Tehnică, Bucureşti.

Neagu Th., Dragomir B.P., 1982, *Determinator practic de micropaleontologie*, Centrul de multiplicare Universitatea Bucureşti.

Neagu Th., Lazăr Iuliana, Cîrnaru P., 2002, *Paleozoologia nevertebratelor*, vol. I, Editura Universităţii Bucureşti.

Pauliuc S., 1968, *Cartografie geologică*, Editura Didactică şi Pedagogică, Bucureşti.

Pauliuc S., Dinu C., 1985, *Geologie structurală*, Editura Tehnică, Bucureşti.

Petrescu I., Dragastan O., 1981, *Plante fosile*, Editura Dacia, Cluj-Napoca.

Răileanu Gr., Pauliuc S., 1969, *Geologie generală*, Editura Didactică şi Pedagogică, Bucureşti.

Saulea Emilia, 1967, *Geologie istorică*, Editura Didactică şi Pedagogică, Bucureşti.

Săndulescu M., 1985, *Geotectonica României*, Editura Tehnică, Bucureşti.

Anuarul Institutului de Geologie şi Geofizică, Bucureşti.

Analele Universităţii Bucureşti, Seria Geologie, Bucureşti.
Dări de seamă ale şedinţelor Institutului de Geologie şi Geofizică, Bucureşti.
Harta geologică a României, scara 1:1.000.000, Comitetul de Stat al Geologiei, Institutul Geologic, Bucureşti.
Studii şi cercetări de geologie, geofizică, geografie, seria Geologie, Academia R.S.România, Bucureşti.
Studii tehnice şi economice, Institutul de Geologie şi Geofizică, Bucureşti.